VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG ZUR HIRNTUMORLOKALISATIONSDIAGNOSTIK MIT 203–Hg CHLORMERODRIN UND 99m PERTECHNETAT

Wilhelm Eckert

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546016_0085

Aus der II. Medizinischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof.Dr. E. Buchborn

Vergleichende Untersuchung zur Hirntumorlokalisationsdiagnostik mit 2o3-Hg Chlormerodrin und 99m Pertechnetat

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wilhelm Eckert

aus

Gersthofen ü. Augsburg

Jahr

1972

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Moll

Mitberichterstatter: Prof. Dr. E. Buchborn

Dekan: Prof.Dr.W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6.6.1972

UNIV. LEIDEN BIBL.

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Meiner Braut.

Meiner Mutter

Meinen Lehrern

Mein Dank gilt Herrn Dr.med. J. Klemm, Akad.OR. und leitender Arzt der Röntgenabteilung der II.Medizinischen Klinik der Universität München, für die Überlassung des Themas, seine Anregungen und die vorzügliche Unterstützung bei der Abwicklung der experimentellen Arbeit.

INHALTSVERZEICHNIS

1 ALLGEMEINER TEIL

1.1 Historischer Abriß der Isotopendiagnostik
1.2 Verschiedene Tracersubstanzen. Ihre Anwendung
1.3 Methoden der Lokalisationsdiagnostik
1.3.1 Normalmethode
1.3.2 Radial- oder Diagonalmethode
1.3.3 Positronenszintigraphie
1.3.4 Orthogonalmethode (Rektilineare Scannertechnik)
1.3.5 Gammakamera

2 HAUPTTEIL

2.1 Anwendung radioaktiver Isotope speziell in der Neurologie
2.1.1 Forderungen an das Radionuklid
2.1.2 Forderungen an die Apparatur des Detektorsystems
2.1.3 Gang der Untersuchung
2.2 Die Tracersubstanz 2o3-Hg Chlormerodrin (Neohydrin)
2.3 Die Tracersubstanz 99m-Technetium
2.4 Das normale Hirnszintigramm
2.5 Experimenteller Teil. Ergebnisse
2.5.1 Gesamtauswertung
2.5.2 Eigene Vergleichsuntersuchungen
2.5.3 Kasuistik. Vorstellung ausgewählter Fälle
2.6 Diskussion
2.6.1 Das Problem der pathologischen Anreicherung einer radioaktiven Substanz im Hirngewebe
2.6.2 Wertung der beiden Isotope 99m-Technetium und 2o3-Hg im Hirnszintigramm

3 ZUSAMMENFASSUNG

4 LITERATURVERZEICHNIS

5 LEBENSLAUF

"Vergleichende Untersuchung zur Hirntumorlokalisations-diagnostik mit 2o3-Hg Chlormerodrin und 99m Pertechnetat."

1 ALLGEMEINER TEIL

1.1 Historischer Abriß der Isotopendiagnostik

Die Möglichkeiten der Entwicklung eines neuen Bereiches im vielgestaltigen Fächer medizinischer Disziplinen, nämlich der Isotopenmedizin und damit der Isotopendiagnostik, überhaupt der Gedanke an eine gezielte Anwendung radioaktiver Stoffe in der Wissenschaft, begann eigentlich erst mit der grundlegenden Entdeckung von I r è n e C u r i e (1897-1956) und F r é d é r i c J o l i o t (19oo-1958) im Jahre 1932, Radioaktivität künstlich zu erzeugen.

Der erste praktisch demonstrierte Fall künstlicher Radioaktivität wurde von ihnen 1934 beschrieben, und zwar erhielten sie beim Beschuß von Aluminium mit α-Strahlen des Poloniums Phosphor, - $^{27}_{13}Al + ^{4}_{3}He \rightarrow ^{1}_{0}Nn + ^{3o}_{15}P$ - der unter Abgabe von Positronen mit der Halbwertszeit (HWZ) von 2,55 Minuten - $^{3o}_{15}P \rightarrow ^{3o}_{14}Si + ^{0}_{1}e^{+}$ - zerfällt.

Durch die Entwicklung von Teilchenbeschleunigern und Reaktoren ist man heute in der Lage, von fast allen bekannten Elementen radioaktive Isotope zu gewinnen, was der gesamten Wissenschaft neue und grundlegende Wege erschloß.

Auf dem Gebiet der Medizin hat somit auch in die Disziplin der Neurologie die Anwendung künstlicher radioaktiver Isotope zur Diagnostik, zur Funktionsprüfung und Therapie seit wenigen Jahren ihren Eingang und ein großes Anwendungsfeld gefunden.

Schwerpunkthaft liegt die medizinische Isotopenanwendung - so zeigte die Entwicklung - in der Verwendung als Indikatoren. Das metabole Schicksal einzelner Elemente und komplexer Verbindungen kann auf verhältnismäßig einfache Weise erfaßt werden, so daß auf dem Gebiet der Biochemie, der Physiologie und der klinischen Funktionsdiagnostik zahlreiche neue Erkenntnisse über Stoffwechselvorgänge, Regelsysteme und Wirkungsweisen erfaßbar wurden und es weiterhin

noch sein werden (3, 146). Dank empfindlicher Meßgeräte ist man in der Lage, radioaktive Strahlung auch extrakorporal nachzuweisen. Die Meßgenauigkeit im analytischen Verfahren übertrifft vielfach die früheren physikalischen und chemischen Methoden.

Zahlreiche, für die klinische Medizin neuartige Wege der Diagnostik sind entwickelt worden und haben bereits fundierte klinische Bedeutung erlangt. Neue Methoden und Möglichkeiten zeichnen sich ab, wobei wie nie zuvor die Zusammenarbeit von Physik, Chemie und Medizin erforderlich, ja unbedingt erforderlich ist, und nur so einen Fortschritt ermöglicht (2,146).

Es entsteht hier ein Problem von nicht zu unterschätzender Bedeutung; denn mit zunehmendem Maße des Eingangs von apparativer Technik in die Medizin droht offensichtlich das Verhältnis von Arzt zu Patient zu verflachen.

Gerade aber beim Umgang mit radioaktivem Material fällt den befassten Personen die besondere Verantwortlichkeit gegenüber dem Patienten zu, die Gefahren der Strahlenbelastung gegenüber dem diagnostischen Nutzen genau abzuwägen. Auch im Hinblick auf die Strahlenbelastung des Untersuchers selbst wird dieser schon aus eigenem Interesse die Belastung auf eine so gering wie mögliche Dosis herabzudrücken versuchen.

Entsprechende Vorschriften für den Umgang mit radioaktivem Material sind erlassen worden, letzteres untersteht in bezug auf Berechtigung, technische Einrichtung, Umgangsvorschrift und Strahlenschutz staatlicher Kontrolle.

Der Umgang mit radioaktivem Material ist aber - wie angedeutet - nicht nur allein an gesetzlichen Bestimmungen auszurichten. Dem freizügigen Arbeiten mit radioaktiven Isotopen sind damit im Hinblick auf die vielfältigen Gefahren der Verseuchung und Strahlenschädigung enge Grenzen gesetzt.

Speziell in der Neurodiagnostik hat sich die Isotopendiagnostik sehr schnell einige Anwendungsgebiete erobert. Wie zum Beispiel

a) in der Lokalisation von Hirntumoren und an deren Hirnläsionen einschließlich deren artspezifischer Physiologie,
b) der Untersuchung der Hirndurchblutung und
c) der Liquorzirkulation.

Die Lokalisation von Hirntumoren und anderen Läsionen im Zentralnervensystem beruht auf dem Nachweis eines sogenannten "heißen Flecks", der Anreicherung des an eine organische oder anorganische Substanz gebundenen radioaktiven Isotops im pathologisch veränderten Hirngewebe.

Die Frage des Anreicherungsmodus wird später erörtert.

Seit der Entwicklung spezieller Lokalisationstechniken sind zahlreiche Isotope und Tracersubstanzen beschrieben und angewandt worden.

Man kann, bzw. man muß die verfügbaren radioaktiven Substanzen in drei Gruppen einteilen, zumal die Untersuchungsmethodik je nach Gruppe sich differenziert (3,146).

I. Die Lokalisation mit Gammastrahlern
II. Die Lokalisation mit Positronenstrahlern
III. Die intracranielle Aktivitätsmessung mittels Nadelzählrohren bei Betastrahlern.

1.2 Verschiedene Tracersubstanzen

Verschiedene Isotope und ihre Tracer, die heute - bzw. auch teilweise noch heute - in der Neurodiagnostik ihre Anwendung finden, seien kurz aufgeführt. Die Zusammenstellung erhebt bei der Vielfalt der Möglichkeiten keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es soll nur ein kurzer Überblick über die Unterschiedlichkeit der in der

Lokalisationsdiagnostik verwendeten Substanzen gegeben werden. Die optimale Untersuchungszeit (Zeit zwischen Applikation und Untersuchungsbeginn) ist teilweise mit angegeben:

I. Gammastrahler:

a) 131 J-Verbindungen:

Di-131 J-Fluoreszein	o,5 - 3 Std.
Okto-131 J-Fluoreszein	
131 J-Albumin (RISHA)	24 - 48 Std.
131 J-Antifibrinogen (RIAF)	
131 J-Polyvinylpyrrolidone (131 J-PVP)	
Na-131 J (Natriumjodid)	

b) Wismutverbindungen (2o6 Bi):

2o6 Bi-Kampferkarbonat	24 - 48 Std.
2o6 Bi-Nitrat	ca. 1 Std.
2o6 Bi-Azetat	

c) Kaliumverbindungen (42 K)

d) Quecksilberverbindungen (2o3 Hg, 197 Hg):

2o3 Hg-Chlormerodrin (Neohydrin)	2 - 4 Std.
197 Hg-Chlormerodrin (Neohydrin)	2 - 4 Std.

e) Technetium: 99m-Pertechnetat 5 - 45 Min.

f) 113m-Indium

113m-Indium-III-Chlorid	ca. 7 Min.
113m-In- EDTA, bzw. - DTPA usw.	ca. 7 Min.

II. Positronenstrahler:

a) 74 Arsen b) 64 Kupfer-EDTA c) 68 Gallium-EDTA

d) 18 Fluor e) 72 Arsen

III. Betastrahler:

a) 32 Phosphor b) 42 Kalium (weniger, da die Gammastrahlung störend wirkt.)

1.3 Methoden der Lokalisationsdiagnostik

Allgemeines: Will man den Sitz eines pathologisch veränderten Hirngewebes mit Hilfe eines radioaktiven, intravenös oder peroral applizierten Isotops nachweisen, so ist dieser Nachweis von etlichen sehr verschiedenartigen Faktoren abhängig:

Es ist zunächst einmal ein gewisser Anreicherungsquotient erforderlich. Man versteht darunter das Verhältnis der im Läsionsbezirk angereicherten Radioaktivität zu der im gesunden Gewebe sich befindlichen. Erst ein solches Verhältnis bedingt eine Nachweisbarkeit der Läsionsstelle mit der radioaktiven Substanz. Der Erfolg oder Nichterfolg eines Nachweises ist daneben abhängig von der Größe des Läsionsbezirkes, seiner Lage und nicht zuletzt von der angewandten Apparatur bzw. deren Methode des Nachweises. Die Zählvorrichtung und Zählgeometrie sind hier von ausschlaggebender Bedeutung.

Das früher gebräuchliche Geiger-Müller-Zählrohr mit seiner maximalen Impulsausbeute von 1-2 % der eintreffenden Gammaquanten hat sich als unbrauchbar erwiesen (146).

Ein wesentlicher Impulsgewinn wurde mit der Entwicklung von Szintillationszählern ermöglicht, die außer einer

Verkürzung der Meßzeit eine Erhöhung der Meßgenauigkeit brachten. Mit den heute meist gebräuchlichen Szintillationszählern, die mit einem Natriumjodidkristall ausgerüstet sind, wird je nach Kristallgröße und der Energie der antreffenden Strahlen eine Impulsausbeute bis nahe an 1oo % der Gammaquanten erreicht (146).

Eine ganze Reihe sog. automatischer Scanner ist heute seit der Verwendung der ersten richtungsempfindlichen Szintillationszähler (9, 1o, 11, 14) in Gebrauch. Die Registrierung erfolgt teils mechanisch durch einen "Dot"-Schreiber, teils photoelektronisch über eine gekoppelte Kathodenstrahlröhre durch rasterförmige "Spot"-Belichtung eines Röntgenfilms. Bei modernen Scannern sind Dot- und Photo-Recorder in gleicher Weise eingebaut. Die Entwicklung und Vervollkommnung der Scanner - im Hinblick auf Meßtechnik und apparative Ausrüstung - kann in zahlreichen Arbeiten verfolgt werden (15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3o).

Methoden der Registrierung eines heißen Flecks

1.3.1 Normalmethode: Ein richtungsempfindlicher Kollimator wird über zahlreichen symmetrischen Punkten des Schädels (ähnlich den EEG-Elektroden) senkrecht auf und in festem Kontakt mit der Schädeloberfläche aufgesetzt. Man mißt die Radioaktivität über den einzelnen Punkten, wobei der Anstellwinkel über jeweils symmetrischen Punkten und die Zeit der Messung über sämtlichen Punkten gleich sein muß.

Diese Methode wurde erstmals 1948 von Moore und Mitarbeitern (98, 99, 146) angewandt und zu einer weithin verbreiteten Technik von Planiol weiterentwickelt (41, 1o7, 1o8).

Die Auswertung erfolgt nach einer sog. Differenzprozentkurve, wobei eine Differenz der Impulszahlen zwischen zwei symmetrischen Meßpunkten (rechts und links am Schädel) von mehr als 2o % als pathologisch angesehen werden. Die Routinemeßzeit bei einem Patienten soll etwa 9o Minuten erfordern (1o7).

Ein großer Nachteil dieser Methode liegt - neben der etwas umständlichen Meßprozedur, der Auswertung und der langen Meßdauer - darin, daß mittelständige Aktivitätsanreicherungen mit ihr nicht oder nur sehr schwer zu diagnostizieren sind.

1.3.2 Radial- oder Diagonalmethode: (41, 42, 44, 47, 146)

Diese Art der Aktivitätsmessung erfolgt automatisch, indem zwei Kollimatoren bei gleichbleibendem Abstand vom Schädelmittelpunkt in verschiedenen Anstellwinkeln zur Sagittalebene über die beiden Schädelhälften halbkreisförmig herumgeführt werden. Diese Szintigraphiemethode erfordert bei der Auswertung wegen der Unübersichtlichkeit der Scans Überlegung und Erfahrung. Die Anfertigung eines Szintigramms erfordert hier ca. 3o Minuten Zeitaufwand (146).

1.3.3 Positronenszintigraphie:

Die Positronenszintigraphie beruht auf der Koinzidenzmessung der Vernichtungsstrahlung beim β^+ - Zerfall eines Isotopenkerns. Das dabei entstehende Positron vereinigt sich mit einem Negatron e^- eines Nachbaratoms. Die Ladung wird bei diesem Vorgang aufgehoben, d.h. sie wird Null, und die Masse der beiden Elektronen geht in zwei Gammaquanten von je o,51 MeV Energie über, gemäß der Einsteinschen Formel (65)

$$E = m \cdot c^2$$

(E= Energie, m= Masse, c= Lichtgeschwindigkeit). Diese entstehenden Gammaquanten bezeichnet man als Vernichtungsstrahlung. Bei der Positronenszintigraphie wird die Tatsache, daß die beiden Gammaquanten diametral auseinanderstrahlen insofern ausgenutzt, als zwei Szintillationsdetektoren genau diametral zueinander angeordnet und in Koinzidenz geschaltet werden; d.h., nur die Quanten der Vernichtungsstrahlung sind registrierbar, weil sie in beiden Detektoren gleichzeitig den Impuls auslösen. Die Dichte des entstehenden sog. Gammaencephalogramms oder Positronenencephalogramms in bezug auf die geschriebenen "Dots" läuft somit der Häufigkeit der entstehenden Koinzidenzen proportional.

Nähere Einzelheiten können den Arbeiten von B r o w n e l l und S w e e t (Nucleonics, 11, 1953) entnommen werden, die den Positronenscanner entwickelt haben.

1.3.4 Orthogonalmethode (Rectilineare Scannertechnik):

Diese Art der Lokalisationstechnik hat sich im wesentlichen gegen alle anderen Methoden durchgesetzt.

Der Kollimator wird orthogonal mäanderförmig - bei gleichbleibendem Abstand zur Sagittal- bzw. Frontalebene - hin- und herbewegt. Ein Scan kann aber z.B. auch parallel zu einer temporo-parietalen Tangentialebene gefahren werden, um etwa störender Aktivität aus dem Temporalismuskel auszuweichen (siehe auch S. 39 und 41!). Desgleichen sind auch andere Variationen möglich (36, 66, 95), wenn eine spezielle Darstellung erreicht werden soll.

Eine nähere Beschreibung der Untersuchungs- und Einstelltechnik, sowie der mit dieser Methode zu erhaltenden Szintigramme erfolgt später (siehe S. 36 und folgende!).

1.3.5 Gamma-Kamera:

Auf eine neue Methode mit der von A n g e r (4,5,22,49)

entwickelten sog. Gammakamera soll zum Schluß dieser Übersicht noch hingewiesen werden, zumal diese Art von Szintigraphie von allen die besten Zukunftsaussichten zu haben scheint.

Das neue Konzept erlaubt, alle szintigraphischen Vorgänge simultan zu registrieren; deshalb kann auf einen beweglichen Detektor und einen Fokuskollimator verzichtet werden.

Somit besteht das Wesen der Anger-Kamera in einem feststehenden, großen Szintillationskristall von 28 cm Durchmesser, der es erlaubt, einen der Größe des Kristalls entsprechenden Bezirk - also z.B. den ganzen Schädel auf einmal - kurzfristig zu erfassen. Die vom Schädel des Patienten nach Applikation einer radioaktiven Substanz ausgesandten Gammastrahlen treffen durch einen Kollimator mit mehr als $1o^3$ parallelen Bohrlöchern auf den Natriumjodidkristall und lösen in diesem Szintillationen aus. Letztere werden über eine Anzahl von Multipliern in einem Analogrechner ausgewertet und auf einem Oszillographen als Lichtpunkte mit ortsgetreuer X-Y-Koordinate sichtbar gemacht. Das so entstehende Gesamtbild ermöglicht eine Aufnahme mittels des Polaroid-Systems oder einer Filmkamera.

Die szintigraphische Erfassung von Organstruktur und Organfunktion ist ja die Grundidee der Gammakamera. Da bis zu 12o Bilder pro Sekunde registriert werden können, ist es wahrscheinlich, durch Verlaufskontrollen - etwa über 24 bis 36 Stunden - und eine gleichzeitig reproduzierbare Funktionskurve durch ein Magnetkernspeichersystem, eine differenzierende Abgrenzung der Histologie eines pathologisch anreichernden Gewebsbezirkes möglich zu machen. Desgleichen dürfte durch differenzierte Funktionskurven bei Applikation eines "Isotopencocktails" erwartet werden.

2 HAUPTTEIL

2.1 Anwendung radioaktiver Isotope speziell in der Neurologie

2.1.1 Forderungen an das Radionuklid

Wie oben schon angeführt, hat seit der Arbeit von G.E. M o o r e 1948, der von einer stark selektiven Aufnahme von Dijodofluorescein in pathologisch verändertem Hirngewebe berichtete (98), die Lokalisationsdiagnostik mit Radioisotopen sich ihren festen Platz in der Neurologie erobert. Sie ist ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Suche nach Läsionsstellen im Hirngewebe bzw. bei deren Ausschluß geworden. Das Gesamtspektrum der Untersuchungen - wie die neurologische Prüfung, die Röntgenaufnahme, Angiographie, Hirndurchblutung, Ventrikulographie, Pneumencephalographie, Echoencephalographie, Liquoruntersuchung und Elektroencephalographie - hat sie auf elegante und den Patienten relativ wenig belastende Weise bereichert. - Gerade die geringe subjektive Belastung des Patienten ist hier von nicht zu unterschätzendem Wert.

Für den Nachweis von Hirnläsionen mit radioaktivem Material sind einige grundlegende Anforderungen an das Isotop zu stellen, die sich im Idealfall in folgenden Punkten zusammenfassen lassen. - Bei der Wahl eines Isotops bzw. eines radioaktiven Tracers muß immer ein Kompromiß unter den einzelnen Charakteristika der verwendeten Substanz angestrebt werden.

a) Gammaenergie des Nuclids: Im Hinblick auf die technischen Eigenarten der gebräuchlichen Scanner muß die Gammenergie über etwa 6o KeV liegen, damit im Szintigramm auch tiefer gelegene Impulsanreicherungen erfaßbar sind. Eine Gammaenergie über 5oo KeV würde -

um die Richtungsempfindlichkeit eines Kollimators zu gewährleisten - umfangreiche Abschirmvorrichtungen erforderlich machen. Das Optimum des Energiebereichs liegt bei den herkömmlichen Scannern zwischen 6o und 2oo KeV (14).

b) Neben seiner Gammastrahlung sollte das Nuklid keine, oder zumindest eine nur geringe, Betastrahlung besitzen. Betastrahlen werden noch im Gewebe absorbiert, vom Szintillationszähler also nicht registriert, und belasten den Patienten zusätzlich.

c) Stabilität des Nuklids: Die physikalische HWZ des Isotops muß genügend láng sein, damit kein wesentlicher Strahlungsabfall während der Registrierung des Szintigramms auftritt. (Die HWZ sollte einige Stunden betragen (14)).

d) Die Blutkonzentration des Isotops soll gering sein oder zumindest schnell abfallen, damit der die Läsionsstelle umgebende normale Gewebsbackground möglichst niedrig gehalten und dadurch der Kontrast erhöht werden kann.

e) Ein möglichst großer Anreicherungsquotient (Läsionsstelle: gesundes Hirngewebe) sollte erreichbar sein, so daß daraus ebenfalls ein guter Kontrast resultiert.

f) Die Anreicherung im Muskelgewebe sollte - um den Nachweis infratentoriell und temporal gelegener Läsionen nicht zu stören - möglichst niedrig, und

g) die Verteilung der Radioaktivität im Organismus möglichst gleichförmig sein, um eine selektive Strahlenbelastung eines Organs zu vermeiden.

h) Die biologische HWZ sollte, um die Strahlenbelastung des Patienten zu reduzieren, sich nur im Bereich weniger Stunden bewegen, und

i) die markierte Substanz sollte sich möglichst selektiv in dem zu untersuchenden Organ anreichern.

j) Toxische- oder Empfindlichkeitsreaktionen sollten nicht auftreten, und

k) das Nuklid sollte nicht zuletzt auch preiswert sein.

Die Szintigraphie wurde an dem vorliegenden Patientenkollektiv mit der rectilinearen Scannermethode (Orthogonalmethode) durchgeführt. Sie ist heute noch die gebräuchlichste Form der Szintigraphie.

2.1.2 Forderungen an die Apparatur des Detektorsystems

a) Die szintigraphische Auflösung muß groß sein. Die Auflösung eines Kollimators wird oft in Form seiner Antwort auf eine punktförmige Quelle von Radioaktivität ausgedrückt. - Wenn ein Kollimator direkt über der punktförmigen Quelle eingestellt und fortschreitend im rechten Winkel zu seiner langen Achse fortbewegt wird, gibt es einen Abstand, bei dem die Antwort des Kollimators die Hälfte des Maximums der Impulsrate direkt über der Quelle beträgt. Der reziproke Wert dieses Abstands ist ein Maß für das Auflösungsvermögen des Kollimators. - Eine möglichst kleine Anreicherungsquelle im Fokusbereich des letzteren soll noch erkennbar sein.

b) Für die heute üblichen Fokuskollimatoren soll sich die Auflösung entlang der Kollimatorachse über einen möglichst großen Tiefenbereich nur wenig ändern.

Dieses delikate und technisch sehr schwer zu meisternde Problem teilweise zu umgehen, bietet sich durch eine selektive, isodosenabhängige Darstellung des Anreiche-

rungsherdes: Man kennt aus dem unmittelbar zuvor gefahrenen Szintigramm die Lage und Ausdehnung der Speicherung; außerdem ist der Fokusabstand des Kristalls von der Kollimatorunterfläche aus bekannt. Beide Parameter erlauben es, den von der Schädeloberfläche zur Kollimatorunterfläche nötigen Abstand - je nach gewünschter Projektion - so zu wählen, daß die äußerste Isodosenlinie des Kristalls mit der vom Kollimator aus und in seiner Längsachse gesehenen distalen Begrenzung der Anreicherung abschließt. Wird die Impulshöhe dieses Bezirkes auf dem Scanner als Maximum eingestellt und ein entsprechend hoher Background-Cutoff gewählt (siehe unten!), so ist eine fokussierte und wesentlich kontrastreichere Projektion des heißen Flecks zu erwarten. Diese Art der zusätzlichen Herddarstellung kann die Aussagekraft des vorangegangenen Szintigramms wesentlich unterstützen und präzisieren, v.a. bei fraglichen Befunden im ersten Scan.

c) Die Empfindlichkeit des Detektors sollte möglichst hoch sein: Sie wird allgemein definiert als die Zählrate des Detektorsystems pro Zeitintervall, wenn eine unendliche Ebene von Radioaktivität, die pro cm^2 1mCi "enthält", im rechten Winkel zur langen Achse des Kollimators bei einer gegebenen Distanz plaziert wird (83).

Da sich diese Forderungen widersprechen, muß auch hier, ähnlich wie bei der Auswahl des Nuklids, ein Kompromiß angestrebt werden.

2.1.3 Die Aufzeichnung der Szintigramme erfolgte mit Hilfe des Magna Scanners V der Firma Picker. Der Gang der Untersuchung läßt sich wie folgt beschreiben:

Nach intravenöser Applikation des radioaktiven Materials bringt man etwa 5 Minuten vor Ablauf der Intervallzeit zwischen Injektion und Untersuchungsbeginn den

Kopf des Patienten, der bequem auf einer Untersuchungscouch liegt, in die zur Szintigraphie notwendige Position. Der Kopf wird anschließend mittels eines modellierbaren Vakuumkissens in seiner Lage fixiert. Mit Hilfe einer Saugpumpe kann in dem mit Plastikkörnchen gefüllten Kissen ein Unterdruck erzeugt werden. Somit erreicht man, daß der - gleichsam eingemauerte - Kopf des Patienten für die Zeit der Untersuchung seine Lage beibehält, was für das szintigraphische Ergebnis von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Anschließend ist der Apparat scanbereit einzustellen:

Als Erstes wird je nach Wahl des Isotops das Fenster des Einkanalspektrometers auf die gewünschte Breite eingestellt. Folgende weitere Werte sind zu beachten:

1. Maximum der Impulsrate
2. Minimum der Impulsrate
3. Background-Cutoff
4. Dot-Faktor
5. Time-Constant
6. Range
7. Scanspeed
8. Range-Differential
9. Density

Das Maximum wurde in der Regel über dem Sinus sagittalis gemessen, das Minimum der Zählrate (in counts per minute) über gesunden Partien der Hirnhemisphären aufgesucht. Die Differenz zwischen beiden Werten ergab in Prozenten - ablesbar auf der Ratemeterscala - das Range-Differential (Differenz des Impulsbereiches), die Differenz zwischen Minimum und dem Nullpunkt der Ratemeterscala, den Background-Cutoff (nicht zu registrieren-

de Hintergrundstrahlung) ebenfalls in Prozenten. Beim Szintigramm mit 99m Pertechnetat wurde die Größe Time-Constant bei o,o1 Sekunden, bei dem mit 2o3-Hg Chlormerodrin mit o,1 Sekunden gewählt. Die voneinander abhängigen Variablen Scanspeed und Dot-Faktor ergaben sich jeweils aus der Formel

$$\text{Scanspeed} = \frac{\text{Imax}}{K \quad \text{Dot-Faktor}}$$

(Imax = Maximum der Impulsrate; K ist eine Konstante. Mit ihr wird die Anzahl der registrierten "Dots" pro cm Schreibstrecke festgelegt. Der entsprechend wählbare Dot-Factor gibt dem Scanner die maximale Impulszahl vor, die er pro Zeiteinheit (Time-Constant) registrieren soll. Alle eintreffenden Impulse über dieser Grenze werden nicht verarbeitet.) Die aus der Formel errechnete Scanspeed ergibt die Abtastgeschwindigkeit des Kollimators in cm pro Minute und ist gleich der Zeilengeschwindigkeit des auf derselben Laufschiene angebrachten mechanischen Schreibers. Der Zeilenabstand betrug bei allen gefahrenen Szintigrammen o,3 cm, die Scangeschwindigkeit beim Szintigramm mit 99m-Tc zwischen 6o und 12o cm/min, beim 2o3-Hg-Scan zwischen 3o und 45 cm/min. Die Detektorspannung lag bei 1ooo Volt.

Verwendet wurde ein 32-Loch-Kollimator mit dünnem Fenster für niederenergetische Nuklide (> 5o KeV) und einem Natriumjodidkristall von 5 Zoll Durchmesser und 2 Zoll Dicke (3" coarse focus).

Zur Kontrastverstärkung, für die neben dem Anreicherungsquotienten im Hirngewebe, der Wahl des Isotops, dem Auflösungsvermögen und der Empfindlichkeit des Kollimators, die Größe Range-Differential nicht unerheblich mitbeteiligt

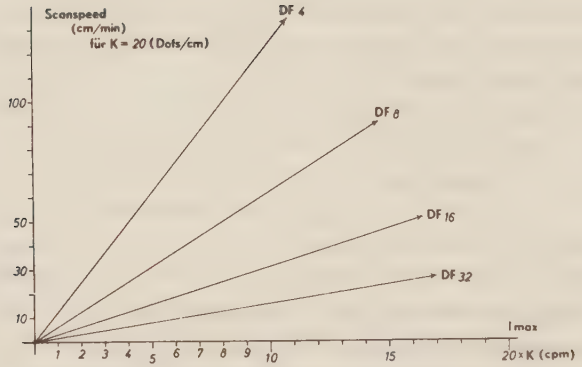


Abb. 1: Darstellung der Scangeschwindigkeit als lineare Funktion von Imax in Abhängigkeit vom Dot-Faktor und der Konstanten K

ist, wurde in den Fällen, bei welchen das gemessene Range-Differential über 4o% lag, dieses konsequent auf 3o % eingestellt und so absichtlich mehr Hintergrundstrahlung mit dem erhöhten Background-Cutoff "abgeschnitten". Da die Kontrastverstärkung Range-Differential auf die gesamte Schwärzungsskala des Röntgenfilm gelegt wird, liessen sich so optimale Photoscans erzielen.

Für den Schwärzungsgrad des Films kann der Wert Density aus nachfolgender Tabelle 1 entnommen werden.

Unmittelbar nach der Einstellung aller entsprechenden Größen und nach Verstreichen der erwähnten Intervallzeit für das gewählte Isotop beginnt man mit der Registrierung.

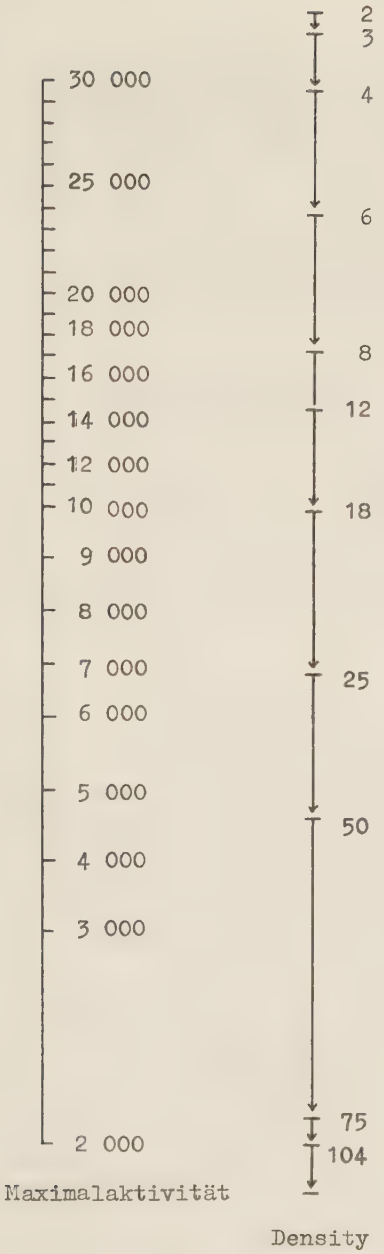


Tabelle 1: Nomogramm zur Bestimmung der Densitywerte

Für die Lokalisation bzw. den Ausschluß einer Läsionsstelle sind mindestens zwei Projektionen aufzunehmen. In der Regel genügen eine Ansicht in anterior-posteriorer und eine in parietaler Lage.

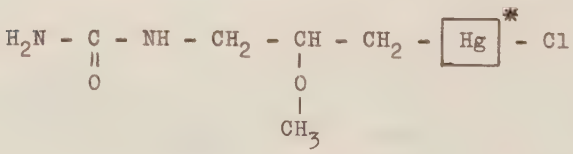
Scans werden im allgemeinen als positiv angesehen, wenn mindestens drei nebeneinander liegende Zeilen auf der gleichen Höhe und an entsprechender Stelle auf mindestens zwei Ansichten eine abnorme Speicherung aufzeigen.

In der vorliegenden Arbeit sollen 203-Hg-Chlormerodrin-Szintigramme und 99m Tc -Pertechnetat-Szintigramme miteinander verglichen werden. Die Aufgabe besteht darin, im Hinblick auf die diagnostische Aussagekraft des szintigraphischen Ergebnisses zu eruieren, welchem der beiden Isotope unter welchen Voraussetzungen in der Hirnszintigraphie der Vorzug zu geben ist. - Die Vergleichsscans stammen jeweils von ein und denselben Patienten.

2.2 Die Tracersubstanz 203-Hg Chlormerodrin (Neohydrin)

Das Isotop 203-Hg, gebunden im Chlormerodrin, wurde 1959 von B l a u und B e n d e r in die Hirnszintigraphie eingeführt. In ihren Arbeiten (11, 12) berichteten sie, in 203-Hg Chlormerodrin ein besseres Agens, als es bislang 131-J-Albumin (RISHA) war, für diesen Zweck gefunden zu haben.

Chlormerodrin liegt in folgender Strukturformel vor:



2o3-Hg zerfällt mit einer HWZ von 45,8 Tagen. Gegenüber dem früher gebräuchlichen RISHA bietet es den Vorteil, daß nach der Injektion der Blutspiegel sehr viel schneller absinkt als bei letzterem, so daß sich schon allein die niedrigere Gewebshintergrundsstrahlung kontrastverstärkend auswirken kann. Es resultiert daraus ein günstigeres Anreicherungsverhältnis zwischen Läsionsbezirk und gesundem Gewebe, vor allem im Bereich der großen Blutleiter und der muskelbedeckten Partien des Schädels. - Daß sich aus diesem Grunde u.a. Tumoren im Szintigramm besser nachweisen lassen, berichteten z.B. F e i n d e l und Mitarbeiter 1964 (35).

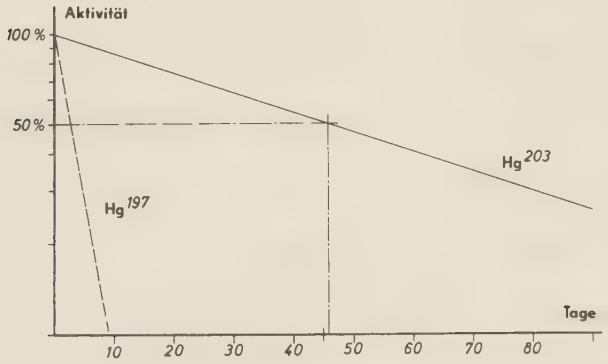


Abb. 2: Zerfallskurven von 2o3-Hg und 197-Hg

Die optimale Untersuchungszeit liegt für 2o3-Hg Chlormerodrin zwischen einer und 6 Stunden nach der Injektion. Die einzelnen Autoren geben für sie recht unterschiedliche Zeitintervalle an. Tabelle 2 gibt einen kurzen Überblick darüber.

Autor	optimale Untersuchungszeit f.2o3-Hg
Wilcke (146)	1,6 - 3 Stunden
Rhoton u.Mitarb. (114)	3 - 5 Std. (ebf.für 197-Hg)
Gilson u.Mitarb. (45)	2 Std. (ebf.für 197-Hg)
Schneider u.Prèvôt (121)	2 - 2,5 Std.
Waxmann u.Mitarb. (14o)	4 Std.
Overton u.Mitarb. (1o5)	3 - 5 Std.
Sneider u.Mitarb. (125)	2 - 3 Std.
Lorentz u.Mitarb. (79)	2 - 4 Std. (bei Kindern!)
Mealey u.Mitarb. (94)	4 - 6 Std.
Loken u.Mitarb. (77)	2 - 4 Std.
Buchanan (18)	1 Std. (mit 2oo Ci 2o3-Hg)

Tab. 2: Optimale Untersuchungszeit für 2o3-Hg

Die zu dieser Arbeit vorliegenden 2o3-Hg-Szintigramme wurden zwischen 3 und 4 Stunden nach der Injektion des Tracers begonnen. Die Dosis betrug in der Regel 1o Mikrocurie pro kg Körpergewicht, jedoch lag sie nie über dieser Strahlungsmenge. Literaturangaben über die Dosierung belaufen sich fast durchwegs auf diese Strah-

lungsmenge. Schneider und Prévôt (121) geben eine Einheitsdosis von 7oo Mikrocurie an. Sneider und Dooley (125) applizierten 1o Mikrocurie pro kg beim Erwachsenen und 15 Mikrocurie pro kg bei Kindern (!).

Den von vielen Autoren berichteten Vorzügen des 2o3-Hg Chlormerodrin steht der durch seine lange HWZ und seine diuretischen Eigenschaften bedingte Nachteil einer erheblichen Strahlenbelastung der Nieren gegenüber (siehe Abb. 3 und Abb. 4). Aus diesem Grunde wird heute schon sehr viel das ebenfalls ins Neohydrin eingebaute Isotop 197-Hg zur Hirnszintigraphie wie zur Nierenszintigraphie herangezogen. Aus Gründen seiner wesentlich kürzeren HWZ konnte es hier nicht verwendet werden, da für das Vergleichsszintigramm zum Routinescan mit 99m-Tc ein langlebiges Isotop nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Erwägungen verfügbar sein mußte.

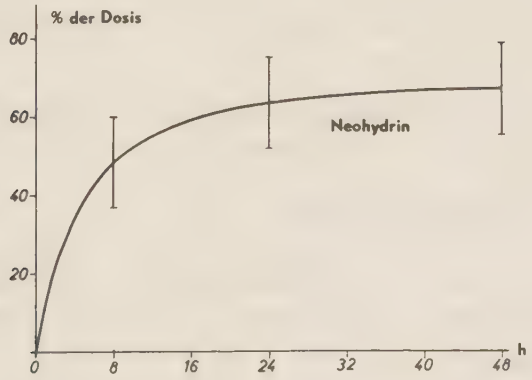


Abb. 3: Kumulative Ausscheidung von 2o3-Hg-Neohydrin (Chlormerodrin) mit dem Harn, modifiziert nach Blau und Bender (11,12).

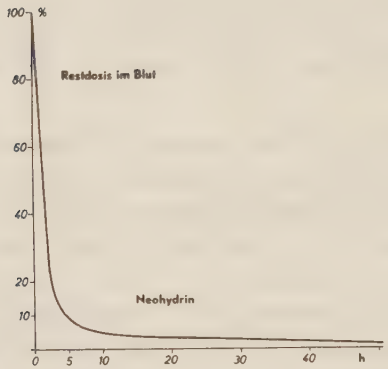


Abb. 4: Blutclearance von 2o3-Hg-Neohydrin (Chlormerodrin) nach B u d a b i n (2o).

2o3-Hg Chlormerodrin wurde von der Firma Hoechst (Frankfurt/Main) bezogen.

Tabelle 3 zeigt einige physikalische und biologische Eigenschaften von 2o3-Hg und 197-Hg.

	2o3-Hg	197-Hg
Physikalische HWZ	45,8 Tage	2,7 Tage
Effektive HWZ		
Körper	o,5 Tage	1,16 Tage
Niere	18 Tage	1,16 Tage
β -Energie	o,21 MeV	
γ -Energie	o,28 MeV	o,o77 MeV o,191 MeV

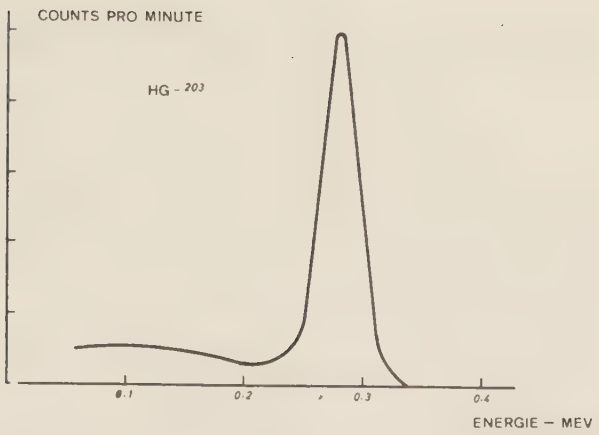


Abb. 5: Energiespektrum von 2o3-Hg

Ein ausführlicher Vergleich zwischen 2o3-Hg- und 197-Hg-Verbindungen soll nicht angestellt werden. Es sei lediglich unterstrichen, daß 2o3-Hg gegenüber 197-Hg schon in geringeren Konzentrationen und in größerem Abstand vom Detektor besser nachzuweisen ist.

Auskunft darüber gibt folgende Tabelle:

		Anreicherungsverhältnis		
Entfernung	197-Hg	35 : 1	15 : 1	8 : 1
1o cm		+	+	-
16 cm		+	-	-
1o cm	2o3-Hg	+	+	+
16 cm		+	+	-

Tab. 4: Vergleich der Nachweisbarkeit verschiedener 2o3-Hg- und 197-Hg-Konzentrationen bei unterschiedlicher

Entfernung des Phantomtumors vom Detektor (Phantomnachweis = +, kein Phantomtumornachweis = -).

Wie auf Seite 13 angeführt, muß bei der Wahl eines Isotops zur Szintigraphie ein Kompromiß zwischen den Idealanforderungen an ein Nuklid in Kauf genommen werden, der unter Umständen auch Nachteile in sich birgt. So ist es zum Teil der Fall bei 2o3-Hg Chlormerodrin:

2o3-Hg Chlormerodrin hat eine biologische HWZ von 8 Stunden, bezogen auf den Gesamtorganismus.

Die Ausscheidung verläuft in zwei Phasen. Etwa 5o % der Dosis werden innerhalb der ersten 8 Stunden aus dem Organismus eliminiert (7o), die restliche Hälfte mit einer HWZ von ca. drei Tagen. In 24 Stunden sollen 6o - 8o % eliminiert sein. - Im Durchschnitt belaufen sich die Literaturangaben hinsichtlich der biologischen HWZ auf 12 - 24 Stunden.

Chlormerodrin ist ein Diuretikum, wie auf Seite 21 schon erwähnt wurde. Es erreicht in den ersten drei Stunden post injectionem eine hohe Nierenkonzentration nach exponentiellem Anstieg. Letztere fällt nur langsam ab, der Blutspiegel jedoch rasch mit einer HWZ von ca. 2,5 Stunden. Nach ca. 5 Stunden sind nur noch ungefähr restliche 1o % der Gesamtdosis im Blut nachweisbar, nach 24 Stunden nur noch ca. 4,2 %.

Der Hauptnachteil von 2o3-Hg Chlormerodrin liegt in der Retention von ungefähr 1o % der Gesamtdosis durch die Nieren. Die biologische HWZ beträgt bei diesem Tracer für sie 28 Tage. Das hat natürlich eine relativ hohe Strahlenbelastung der Nieren zur Folge. Die Angaben in der einschlägigen Literatur schwanken zwischen 3o und 165 rad.

Autor	Strahlenbelastung
146,147	3o - 4o rad
6o,61	35 - 4o rad
7o,71	37 rad
97	35 - 11o rad
6o,61	6o rad
89	75 - 15o rad
77,78	165 rad

Tab. 5: Von verschiedenen Autoren angegebene Strahlenbelastung der Nieren durch 2o3-Hg Chlormerodrin.

Chlormerodrin wird, wie überhaupt alle Quecksilberdiuretika überall im Gewebe an freie SH-Gruppen gebunden; vor allem jedoch in der Nierenrinde, und zwar bevorzugt in den Tubuli contorti I. Ordnung. Wegen dieser starken Bindung, die ja auch an Plasmaeiweißkörper erfolgt, ist die filtrierte Menge des Chlormerodrin gering. Seine Ausscheidung geschieht vornehmlich durch tubuläre Sekretion in Form von Cystein- oder Acetylcysteinkomplexen. Ein kleiner Teil wird über Galle und Faeces eliminiert.

Zur Herabsetzung der Strahlenbelastung der Nieren geben heute viele Autoren ca. 6 - 24 Stunden vor Beginn einer hirnszintigraphischen Untersuchung mit 2o3-Hg Chlormerodrin ein nicht markiertes Quecksilberdiuretikum zur Reduzierung der renalen 2o3-Hg-Retention. Andere Referenten machen diesbezüglich keine Angaben.

Die zu dieser Arbeit vorliegenden 2o3-Hg-Hirnszintigramme wurden ohne vorherige Applikation eines Quecksilberdiuretikums registriert. Es ist bekannt, daß die Güte eines

Hirnszintigramms unter der Vormedikation von Hg-Diuretika leidet. Aus diesem Grunde ist auf eine Blockierung freier SH-Gruppen verzichtet worden, um das 203-Hg-Szintigramm wegen des Vergleichs mit dem entsprechenden 99m-Tc-Scan qualitativ nicht zu beeinflussen.

Das normale Hirnszintigramm mit 203-Hg Chlormerodrin:

Die Zielsetzung der Isotopendiagnostik in der Neurochirurgie liegt in erster Linie auf dem Gebiet der Erkennung und Lokalisation, bzw. des Ausschlusses einer Läsionsstelle im Hirngewebe, wie oben schon ausgeführt wurde.

Neben der Kenntnis der Eigenschaften des verwendeten radioaktiven Materials und den Eigenheiten der Registriertechnik ist es von Wichtigkeit, sich über die im Szintigramm dargestellten Normalstrukturen und ihrer Variationen im Klaren zu sein, damit ein normales Scan von einem pathologischen abgegrenzt, und dieses richtig interpretiert werden kann.

Das Hirnszintigramm ist als Projektion des räumlich konfigurierten Schädels mit seinen im Hinblick auf die Intensität unterschiedlich strahlenden Strukturen auf eine Ebene zu verstehen.

In anterior-posteriorer Lage (der Patient liegt auf dem Rücken mit dem Gesicht zum Kollimator) weist das Scan folgende Merkmale auf:

Als kontrastdichte Kontur erscheint die Projektion des Hirnschädels, zusammengesetzt aus Aktivität in der Galea aponeurotica, der Schädelmuskulatur, den Diploevenen, den Meningen und dazugehörigen Blutgefäßen.

Diese Kontur umfaßt bogenförmig, entsprechend der jeweiligen individuellen Konfiguration der Schädelkalotte, eine Fläche wesentlich geringerer Aktivität.

Eine von der Kulmination der Kalotte breit angesetzt entspringende, nach caudal sich verjüngende Anreicherungsfigur, stellt den orthograd getroffenen Sinus sagittalis

der Falx cerebri dar. Die sich direkt anschließende Anreicherungslinie bezeichnet den relativen Gefäßreichtum im Spatium interhemisphaericum mit den Aa. cerebri anteriores und ihren Ästen.

Diese Linie gewinnt caudal mehr oder minder Anschluß an eine basale Zone hoher Aktivität. Im Bereich der Medianen entspricht sie der Serosa der Stirnhöhlen und Siebbeinzellen. Nach temporal zu zieht beidseits eine, gegen den Hirnschädel deutlich abgesetzte, nach caudal an Intensität zunehmende Anreicherungszone, die der Höhe der Orbitalränder zuzuordnen ist.

Kurz vor Einmündung der basalen Anreicherung in die Kalottenkontur verbreitert sich letztere nach medial hin zur Projektion des M. temporalis der Schläfengrube.

Im Photoscan wie im Farbscan erscheinen die Hirnhemisphären somit als Flächen geringer Aktivität gleichsam als "Negativ" von den beschriebenen Strukturprojektionen eingefaßt.

In der a-p-Aufnahme projiziert sich die Summation von Frontal- und Parietalhirn. Die basisnahen Abschnitte des Frontalhirns und gut das distale Drittel des Temporallappens projizieren sich nach S c h n e i d e r und P r é v ô t (12o) in die intensive Anfärbung unterhalb der supraorbitalen Basislinie. Sie sind deshalb im frontalen Szintigramm nicht beurteilbar. S c h n e i d e r und P r é v ô t geben als Ausnahme nur das Meningeom an, welches des öfteren eine deutlich höhere Aktivität aufweist als der Bereich der Orbitae.

Bei maximaler Anteflexion des Kopfes können jedoch zumindest die basisnahen Abschnitte des Frontalhirns zur Darstellung gebracht werden. - Pathologische Impulsanreicherungen im kranialen Okzipitalhirn sind im a-p-Scan noch beurteilbar, wenn die Aktivität hoch genug ist (nach S c h n e i d e r und P r é v ô t etwa doppelt so hoch wie in der Kalotte).

Im parietalen Scan erstreckt sich die Kalottenkontur, mit schmalem Beginn im Frontalbereich beginnend, und im dorsalen Anteil des Scheitels wegen des größeren Volumens des

Sinus sagittalis sich regelmäßig verbreiternd, nach occipital. - Der wiederum als "Negativ" erkennbare Hirnraum wird nach caudal ebenfalls durch eine starke Impulsanreicherung begrenzt. Frontal, im Bereich der Serosa des Sinus frontalis, der Siebbeinzellen, der Orbitalräume und des Sinus sphenoidalis, zeichnet sich deren obere Kontur gegen den äußeren Gehörgang hin abfallend, relativ gut ab. Vom äußeren Gehörgang nach occipital hin, lockert sich das basale Impulsbild ziemlich auf. Durch Aktivitätsüberlagerung aus dem M. temporalis erfährt die frontobasale Kontur eine gewisse Unschärfe gegen den Hirnbereich hin und u.U. sogar eine Vorwölbung nach cranial. Dadurch entstehen zahlreiche Varianten. Nur durch sorgfältige Koordination der beiden üblichen Lagen - anterior-posterior und parietal - zu einer räumlichen Vorstellung und durch Erfahrung, kann eine Fehlinterpretation weitgehend vermieden werden. Im Zweifelsfalle müssen beide parietalen Scans aufgezeichnet werden.

Durch die Auflockerung des basalen Impulsbildes nach occipital und durch das Fehlen einer klaren Aktivitätsverteilung über der hinteren Schädelgrube ergibt sich eine Schwierigkeit in der Beurteilung dieses Szintigrammbereiches. Das diffuse Impulsbild ist verursacht wegen der Aktivitätsüberlagerung aus der Nackenmuskulatur und dem Sinus transversus. Je nach Fall kann der Okzipitalbereich im Szintigramm schwächer oder stärker angefärbt zur Darstellung kommen. Da der Sinus transversus selten klar abzugrenzen ist und am gleichen Patienten oft starke Kaliberschwankungen im Verhältnis zu kontralateral anzutreffen sind, können aus dem Vergleich der Parietalszintigramme für den Okzipitalbereich nicht die gleichen Schlüsse gezogen werden, die für die frontobasale Kontur u.U. Aufklärung bringen.

Im Zweifelsfall ist es zweckmäßig, ein posterior-anteriores Scan zu schreiben. Durch die relativ schnelle

Elimination des Chlormerodrin aus dem Kreislauf, aus der eine nicht zu starke, sondern mehr transparente Impulsüberlagerung aus der Nackenmuskulatur und dem Sinus transversus resultiert, ist bei Beachtung der Symmetrieunterschiede des letzteren die hintere Schädelgrube von occipital her relativ gut einsehbar. - Auf dem p.-a.-Scan ist die Mittellinie des Sinus sagittalis ebenfalls dargestellt. Außerdem projiziert sich der Confluens sinuum im caudalen Bereich der Mittellinie als rautenförmig anmutende Figur.

Der Zeitaufwand für ein Scan mit 203-Hg Chlormerodrin beträgt im Durchschnitt 2o - 3o Minuten.

Eine besondere Projektionsart - der sog. "Vertex-View" in cranio-caudaler Richtung - soll der Vollständigkeit halber noch erwähnt sein. - In keinem der vorliegenden Fälle war diese Art der Projektion notwendig.

2.3 Die Tracersubstanz 99m-Technetium

Das Element Technetium von der Ordnungszahl 43 des Periodensystems kommt im Gegensatz zu dem natürlichen Element Quecksilber nicht in der Natur vor.

Im Jahre 1937 wurde es von den Italienern C.P e r r i e r und E. S e g r è bei der Bestrahlung von Molybdän mit Deuteronen erhalten. Des künstlichen Ursprungs wegen bekam das Element auf Vorschlag seiner Entdecker die Bezeichnung "Technetium" (Tc). Es besitzt nur radioaktive Isotope, von denen man bis jetzt 2o einzelne von den Massenzahlen 92 bis 1o5 und Halbwertszeiten von 5 Sekunden bis zu 2,6 mal $1o^6$ Jahren kennt.

Technetium steht in der 7. Nebengruppe der Halogenide und verhält sich chemisch verwandt zum Rhenium.

Technetium in der Medizin: Die erste indirekte medizinische Anwendung erfolgte 1963 durch S o r e n s e n und A r c h a m b a u l t (127,128) bei der Leberszintigraphie. Die beiden Forscher applizierten die Muttersubstanz 99 Molybdän, stell-

ten ihr Gerät jedoch auf die Gammalinie des Tochterelementes bei 14o KeV ein (99m-Tc), und nicht auf die verschiedenen Gammalinie des 99-Molybdän.

1964 ist erstmals von H a r p e r und Mitarbeiter (55,56,57,58) über die klinische Anwendung des 99m-Tc zur Szintigraphie von Schilddrüse, Gehirn und Leber berichtet worden. Speziell für den Nachweis von Hirntumoren bestätigten Mc A f e e und Mitarbeiter (88), W i t c o f s k i (149) u.a. in der Folgezeit die Nützlichkeit des Isotops.

In der Medizin sind zur Zeit folgende Verbindungen des 99m-Tc in Anwendung:

1) Als Pertechnetat zur Schilddrüsen- und Hirnszintigraphie,
2) als kolloidales Sulfid zur Leber- und Lungenszintigraphie,
3) als 99m-Tc-markiertes Serumalbumin zur Placenta-, und
4) als Eisenkomplex zur Nierendarstellung.

Das hier in einer Serie von 192 Hirnszintigrammen verwendete 99m-Tc wurde als Pertechnetat ($99mTcO_4^-$) von den Firmen Hoechst (Frankfurt) und Byk-Mallinckrodt (Frankfurt) als sog. "Melksystem" bezogen.

Das "Melksystem" besteht im Wesentlichen aus einer Chromatographiesäule, in der die Muttersubstanz 99m-Mo an Aluminiumoxyd adsorbiert ist.

99-Mo hat eine HWZ von 67 Stunden. 87,6 % des Isotops zerfallen unter Emission einer 1,23 MeV Betastrahlung direkt zum metastabilen 99m-Tc, die restlichen 12,4 % unter Betaemission von o,45 MeV und o,87 MeV (zu 17 bzw. 1 %) sowie unter 7 Gammaemissionen (93o, 78o, 74o, 342, 181, 14o und 41 KeV). Von diesen restlichen 12,4 % geht mehr als die Hälfte direkt in 99 Tc und der verbleibende Anteil in 99m-Tc

über. Es passieren somit insgesamt fast 9o % des 99-Mo die metastabile 99m-Tc-Stufe.

99m-Tc selbst hat eine HWZ von 6,13 Stunden und zerfällt unter Gammaemission von 142 KeV zu 1,4 % und 14o plus 2 KeV zu 98,6 % zu 99Tc mit der HWZ von 2,1 mal $1o^5$ Jahren. Unter Emanation einer 292 KeV-Betastrahlung geht dieses in stabiles 99-Ruthenium über.

Aus dem Vorangegangenen und aus nachfolgendem Schema läßt sich über 99m-Tc bezüglich seines nuklearmedizinischen Gebrauchs folgendes feststellen:

1) 99m-Tc hat eine kurze HWZ. Daraus, und aus der
2) fehlenden primären Betastrahlung (die vom Detektor nicht registriert wird) resultiert eine
3) geringe Strahlenbelastung für den Patienten. Aus diesem Grunde kann man sich
4) eine wesentlich höhere Injektionsdosis erlauben als das bei 2o3-Hg vertretbar ist. Auf diese Weise erhält man eine
5) hohe statistische Genauigkeit durch hohe Zählraten.

Gewinnung von 99m-Tc aus dem Generator ("Melksystem"):

Durch Elution mittels 2o ml isotonischer, o,9 %iger NaCl-Lösung wurde 99m-Pertechnetat aus dem Melksystem erhalten. - Es ist zweckmäßig, alle 24 Stunden zu eluieren, da nach etwa 23 Stunden das Maximum der Neubildung aus 99-Mo zu 96,4 % wieder erreicht ist.

Unter Berücksichtigung des 99-Mo-Aktivitätsabfalls und der Elutionsausbeute errechnete sich jeweils die Anzahl ml aus 2o ml, die 1o mCi 99m-Tc enthielten, wie folgt:

Aus einem Generator mit der 99-Mo-Aktivität von

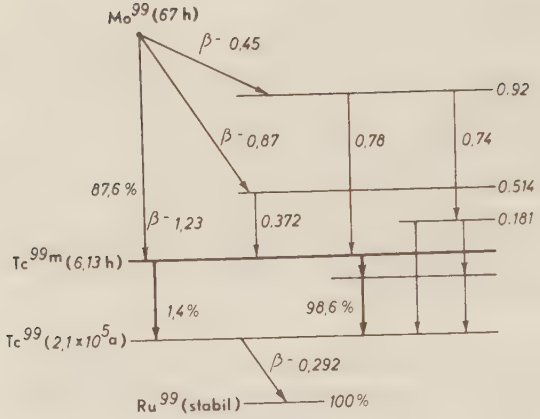


Abb. 6: Zerfallsschema von 99-Mo - 99m-Tc.

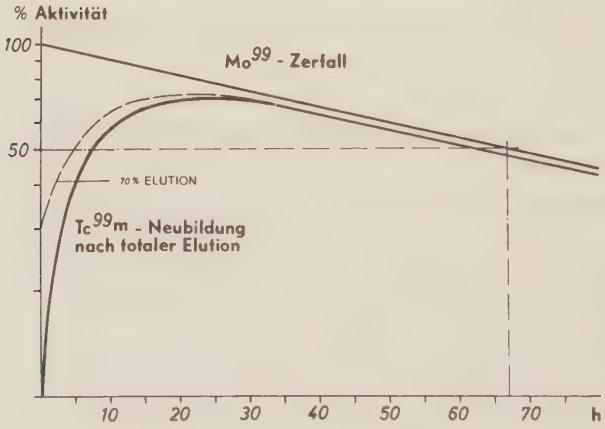


Abb.7: Neubildung von 99m-Tc aus 99-Mo

1oo mCi (auf Tag und Uhrzeit genau eingestellt) waren zum Zeitpunkt Null 8o % der 99-Molybdän-Aktivität als 99m-Pertechnetat zu gewinnen. Am 1. Tag (d.h. 24 Stunden darauf) 63 mCi, am 2. 49 mCi und nach jedem weiteren Intervall von 24 Stunden jeweils 37, 3o, 23 und 17 mCi. Da die jeweilige Aktivität in 2o ml o,9 %iger pyrogenfreier NaCl-Lösung enthalten war, errechnete sich die gewünschte Einzeldosis nach der einfachen Formel

$$V = \frac{2o \times a}{A}$$

(V = Volumen der zu injizierenden Lösung in ml, a = gewünschte, zu injizierende Strahlungsdosis in mCi; A = am betreffenden Tag eluierbare Menge an 99m-Tc in mCi.)

Patienten über 2o Jahre erhielten 1o mCi 99m-Tc, Patienten unter 2o Jahren 5 - 6 mCi. - Nach einem Intervall von durchschnittlich 1o - 15 Minuten wurde mit dem Scan begonnen.

Die angegebene Intervallzeit variiert bei den einzelnen Untersuchern zwischen 1o Minuten und 2 Stunden. - Aus der vorliegenden Zahl der Technetiumszintigramme ist ein Teil schon unmittelbar nach der Injektion des Isotops und der darauffolgenden Einstellung des Scanners begonnen worden (wie auch bei H a r p e r u.al. (57, 58) angegeben ist, und zwar in einer Zeilenfolge von cranial nach caudal. Diese Szintigramme wiesen die gleiche Qualität auf wie jene, welche erst 1o bis 15 Minuten p. inj. angefangen wurden. Ein Zeitintervall von mehr als 45 Minuten erbrachte bei der Einstellung des Scanners für die zweite erforderliche Projektion einen Impulsabfall von ca. 3o - 5o % der unmittelbar p. inj. gemessenen Zählrate über dem Sinus sagittalis. Im Szintigramm äußerte sich das in einem diffuseren Impuls-

bild der Normalstrukturen und der pathologischen Anreicherungen.

Strahlenbelastung und biologische Eigenschaften:

Bei der Verabfolgung von 1o mCi Pertechnetat ergibt sich für den Patienten folgende, aus nachstehender Tabelle ersichtliche Strahlenbelastung:

Ganzkörper	11 - 13 mrad (ca.1oo mr)
Schilddrüse	ca. 235 mrad
Gehirn	ca. 5,6 mrad
Magen	ca. 23o mrad
Leber	ca. 32 mrad
Dickdarm	142 - 21o mrad

Tab. 6: Strahlenbelastung nach Applikation von 1o mCi 99m-Pertechnetat beim Menschen.

Die gastrointestinale Absorbtion und Gewebsverteilung des markierten Pertechnetats verhält sich in mancher Hinsicht ähnlich dem 131-Jod. Es wird konzentriert in der Schilddrüse, den Speicheldrüsen und der Magenmucosa. Ähnlich dem Jodid wird Pertechnetat von den mucoiden Zellen - den Epithelzellen des Oberflächenepithels der Magengrübchen, Kardia- und Pylorusdrüsen, sowie den Nebenzellen der Fundus- und Korpusdrüsen - des Magens sezerniert, und nicht von den Hauptzellen und Belegzellen. Einen Teil der Magen- und Speicheldrüsensekretion reabsorbiert der Dünndarm wieder; der weitere Ausscheidungsweg erfolgt über die Nieren.

Zur Blockierung der Schilddrüse, der Magenmukosa und der Speicheldrüsen kann ca. 3o Minuten vor Injektion des

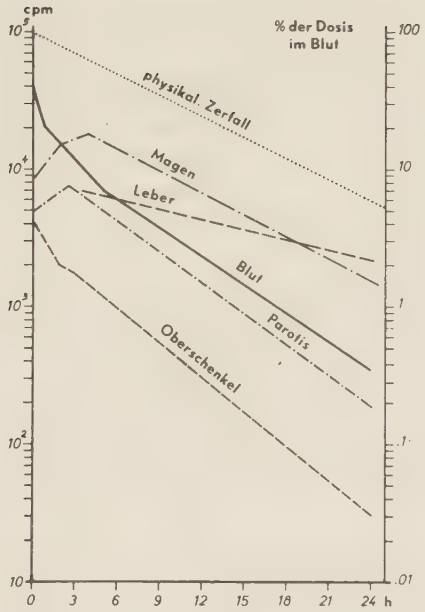


Abb. 8: Physikalischer Zerfall, Kontamination und Clearance von 99m-Tc in einigen Organen beim Menschen

Pertechnetats Kaliumperchlorat (ca. 4oo mg) oral gegeben werden, da Kaliumperchlorat sich aus Gründen seiner gleichen sterischen Struktur wie das Pertechnetat verhält und so eine kompetitive Hemmung erfolgt.

Von der gesamten im Blutstrom zirkulierenden 99m-Pertechnetataktivität findet sich eine Stunde nach parenteraler Gabe ein Anteil von ca. 3o % in den Erythrocyten und der Rest im Plasma. Der relative Plasmaanteil variiert jedoch zwischen 4o und 85 %; Pertechnetat kann frei durch

die Erythrocyten diffundieren, wie Serienwaschungen in physiologischer Kochsalzlösung erbrachten (M c A f e e u.a. (88)). Außerdem ist die Bindung an Plasmaprotein im Gegensatz zum 2o3-Hg Chlormerodrin relativ schwach. 4o % der Bindungskapazität sind gegen aqua dest. dialysierbar und nur 25 bis 35 % bleiben im Anionenaustauscher am Protein.

Kritisches Organ sind also nach Tabelle 6 Schilddrüse und Verdauungstrakt.

Da sich die Menge des 99m-Tc bei klinischer Anwendung in der Größenordnung von Bruchteilen eines Mikrogramms bewegt (nach M a c k , W e b b e r und B e n n e t t weniger als o,oo2 μg (8o), ist eine chemische Toxizität kaum zu befürchten; jedenfalls sind bis jetzt keine Nebenwirkungen oder Unverträglichkeitserscheinungen bekannt.

2.4 Das normale Hirnszintigramm

Das normale Hirnszintigramm mit 99m-Pertechnetat:

Im Vergleich zum 2o3-Hg-Hirnszintigramm erscheint bei Anwendung von 99m-Tc infolge der weitaus höheren Impulsausbeute und der daraus resultierenden besseren Statistik das Scan einheitlicher und klarer. Anatomische Leitstrukturen sind wesentlich leichter auszumachen und zu interpretieren als im 2o3-Hg-Szintigramm. Die deutlichere Anfärbung dieser Strukturen kommt der Lokalisierung abnormer Anreicherungsgebiete nur entgegen.

Auf der a-p-Ansicht erscheint vor allem das Spatium interhemisphaericum besser abgezeichnet. Asymmetrien treten deutlicher hervor, können aber auch durch schlechte Lagerung des Kopfes vorgetäuscht werden wie beim 2o3-Hg-Scan. Die stärker kontrastierte Kalottenkontur geht caudal über in eine Anfärbungszone hoher Aktivität, die vornehmlich aus dem

M. temporalis und der Parotis stammt. Die Anfärbungen beider Seiten treffen sich im Bereich der Medianen in einer gleichermaßen starken Anreicherungsfigur, die sich nach cranial vorwölbt und der Projektion des Sinus cavernosus, des Carotissiphons und der Nasenschleimhaut entspricht. Zwischen den letztgenannten Anfärbungen spannt sich im Bogen - meist nicht sehr deutlich hervortretend und transparent - jeweils die Projektionsfigur des Felsenbeins.

Die Parietalansicht zeigt konstant, jedoch wesentlich stärker angefärbt als das 2o3-Hg-Szintigramm, den Sinus sagittalis superior mit seiner regelmäßigen Verbreiterung in der rückwärtigen Region, sowie Diploe und Meningen als kräftige Sichel.

Eine im Okzipitalbereich deutlich in den "Hirnraum" vorspringende Anreicherungszone markiert den Confluens sinuum und in der Fortsetzung nach ventral den Sinus transversus, welcher den unter dieser Zone noch hell hervortretenden Teil der hinteren Schädelgrube von der übrigen Hirnregion abgrenzt. Hier ist wiederum die anatomische Variationsbreite des Sinus transversus zu berücksichtigen. Eine ungehinderte Einsicht in die hintere Schädelgrube ist außerdem durch Aktivitätsüberlagerung vor allem aus der Nackenmuskulatur erschwert.

Frontobasal entspricht die Kontur im wesentlichen derjenigen im 2o3-Hg-Scan. Ihre durch den M. temporalis bedingte Formverschiedenheit prägt sich jedoch gegenüber dem Hemisphaerenbereich besser aus. - Letzterer läßt in seinem Inneren manchmal eine dezente Anfärbung erkennen, die dem Plexus chorioideus und tiefen Venen entspricht. M a n d e l und Mitarbeiter (81) haben den Plexus chorioideus in der temporoparietalen Region über dem ventralen Anteil der Sinus transversus-Figur im szintigraphischen Spezialverfahren (mit 99m-Tc, 1o mCi Dosis) deutlich dargestellt. Es zeigte

sich eine Anfärbung, wie sie im normalen Routinescan mit 99m-Tc eben nur schwach zum Vorschein kommt. - Außerdem kann eine S-förmig geschwungene Linie erhöhter Aktivität, die sich vom temporalen Bereich aus nach parietooccipital erstreckt, den Gefäßen in der Sylvischen Furche zugeordnet werden. Selten jedoch wird sie genauer sichtbar. (Im nachfolgenden Schema II nicht eingezeichnet!)

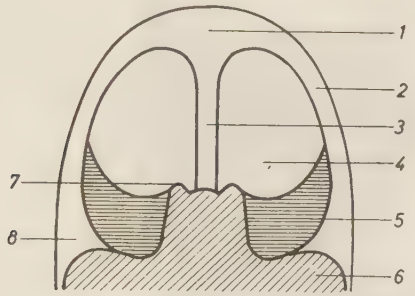
Das p-a-Scan bietet im wesentlichen das Bild wie das 2o3-Hg-Szintigramm gleicher Version. Das Spatium interhemisphaericum zeigt im Scheitelpunkt der Kalotte jedoch eine kleinere zipfelige Anfärbung als in der a-p-Ansicht. Basal verbreitert sich das Band zum Confluens sinuum und geht nach rechts und links in den Sinus transversus über. Unmittelbar darunter schließt sich die Aktivität der am Planum nuchae ansetzenden Nackenmuskulatur an. Dadurch sind nur die cranialen zwei Drittel der hinteren Schädelgrube gut beurteilbar.

Das "Vertex-View"-Szintigramm ist wegen zu starker Hintergrundstrahlung vor allem aus dem Gesichtsschädel mit seinem Schleimhaut-, Drüsen-, Muskel- und Gefäßreichtum im allgemeinen nicht zweckmäßig. Lediglich eine schematische Skizze soll den Vergleich mit der entsprechenden Darstellung bei Verwendung von 2o3-Hg Chlormerodrin demonstrieren.

Zusammenfassend kann schon jetzt betont werden, daß ein Vergleich zum 2o3-Hg-Hirnszintigramm das 99m-Tc-Scan eine wesentlich bessere Darstellung der Normalstrukturen bietet. Optisch erscheint das Bild gleichmäßiger und gefälliger. Lediglich die hintere Schädelgrube ist durch die stärkere Aktivitätsüberlagerung aus der Muskulatur - nach S c h n e i d e r und P r é v ô t (121) soll sie hier 1o mal höher liegen als bei 2o3-Hg - in ihrem caudalen Drittel etwas schwer zu beurteilen.

Schemata und Fotos (teilweise modifiziert nach M a c k (8o)) zum vorhergehenden Text:

Schema I. zeigt die Skizze eines Hirnszintigramms in der normalen a-p-Version:

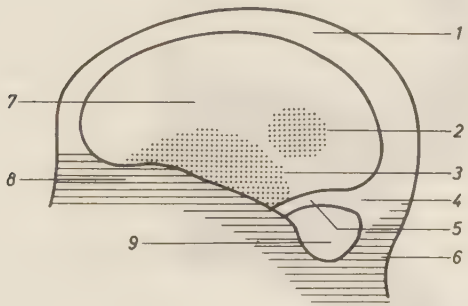


1. Projektionsfigur des Sinus sagittalis superior.
2. Kalottenkontur mit Diploe, Meningen und oberflächlichen Cerebralarterien.
3. Spatium interhemisphaericum mit Gefäßen, vor allem den Ae. cerebralis anteriores.
4. "Aussparungsfigur" der Hirnhemisphäre mit sehr dezenter Aktivität.
5. Projektion des Felsenbeins mit diskreter Aktivität.
6. Anfärbungsfigur entsprechend der Parotis.
7. Projektion des Sinus ethmoidales, des Sinus cavernosus und des Carotissyphon.
8. Etwas verstärkte Aktivitätszone, die dem M.temporalis über der Parotisfigur zugeordnet werden kann.

Foto zum obigen Schema I.: Gesichtsschädel und Halspartie sind mitaufgezeichnet

Es muß mit aller Klarheit gesagt werden, daß in den basalen Anteilen des normalen Hirnszintigramms die einzelnen aufgeführten anatomischen Anteile nicht abgesetzt zueinander wie in der Skizze in Erscheinung treten, sondern als intensives Aktivitätsfeld (im Photo als schwarze "Basis"), das sich in mehr oder weniger deutlicher Linienführung in der auf der Skizze angegebenen Weise vom "Hemisphaerenraum" absetzt.

Schema II.: Skizze der Parietalansicht des normalen Hirnszintigramms (linke Parietalansicht)



1. Projektion der Kalottenkontur mit Sinus sagittalis, Meningen und Diploe als sich nach posterior verstärkende Sichel.
2. Dem Plexus chorioideus und tiefen Venen wahrscheinlich entsprechende Anfärbung. Sie ist im Routineszintigramm kaum dargestellt. Wenn bei hoher Auflösung in diesem Bereich eine Anfärbung erscheint, muß diese sorgfältig von einem pathologischen Prozeß differenziert werden.
3. Aktivitätsüberlagerung durch die Temporalismuskulatur, die jedoch meist nur dezent im Hemisphärenbereich zum Vorschein tritt.
4. Confluens sinuum.
5. Sinus transversus.
6. Aktivität aus der Nackenmuskulatur.
7. "Hemisphärenraum".
8. Kontur der Schädelbasis.
9. Verminderte Aktivitätszone im Bereich der Kleinhirnhemisphäre bzw. der hinteren Schädelgrube.

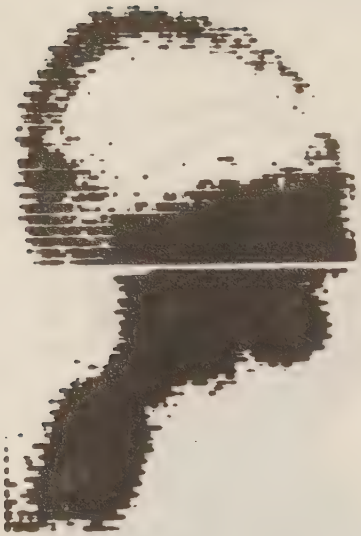
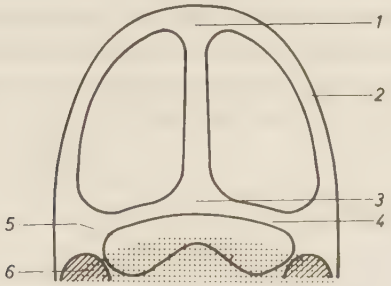


Foto zum obigen Schema II.: Gesichtsschädel und Halspartie sind mitaufgezeichnet.

Beispiel eines von rechts parietal aufgenommenen Hirnszintigramms mit 99m-Tc zum verhergehenden Schema II. Durch starke Ausblendung von Aktivität konnte distal im Halsbereich die bilobäre Projektionsfigur der Schilddrüse von schräg seitlich her ohne Umlagerung des Patienten sichtbar gemacht werden.

Schema III.: Skizze der posterior-anterioren Projektion eines Hirnszintigrammes

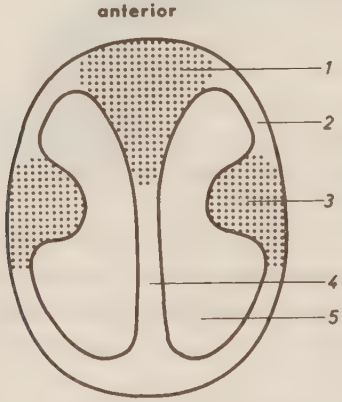


1. Sinus sagittalis superior.
2. Kontur der Schädelkalotte mit Diploevenen, Meningen und oberflächlichen Cerebralgefäßen.
3. Confluens sinuum.
   Zwischen 2. und 3. stellt sich hier wieder das Spatium interhemisphaericum dar. Die Anfärbung entspricht hier doch wesentlich dem starken Sinus sagittalis.
4. Sinus transversus.
5. Verminderte Aktivitätszone der hinteren Schädelgrube entsprechend den Kleinhirnhemisphären, deren caudaler Anteil durch Aktivität aus der Muskulatur am Planum nuchae überlagert und daher relativ wenig beurteilbar wird.
6. Starke Anfärbungszone durch Projektion der Parotis.

Schema IV.: Sogenannter "Vertex-View" oder "Top-View" eines Hirnszintigramms als Skizze.

Diese Version kam im vorliegenden Patientengut, wie oben schon berichtet, nicht zur Darstellung. O v e r t o n und Mitarbeiter (1o6) haben diese Methode beschrieben. M a c k und Mitarbeiter (8o) wandten sie zur Klärung von Läsionen im cranialen Bereich der Hirnhemisphären an.

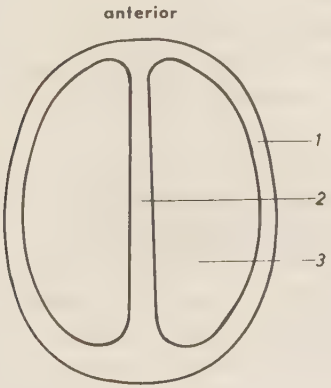
a) 99m-Tc-"Vertex-View":



1. Strahlung aus dem Gesichtsschädel, die nach M a c k (8o) der Zunge, der Gefäßversorgung der Nebenhöhlen, der Nasenschleimhaut und der Aktivität aus dem Speichel zuzuordnen sei. M a c k und Mitarbeiter (8o) fanden im Speichel einen hohen Aktivitätsanteil. Durch Einlegen einer Bleiplatte auf die Zunge konnten sie die Zählrate über der Frontalregion um 2o % herabdrücken.

2. Die Anfärbung entspricht wieder den schon beschriebenen Kalottenanteilen.
3. Strahlung aus der Temporalis-, Parotis- und Mastoidregion.
4. Sinus sagittalis superior und Gefäßanteile im Spatium interhemisphericum.
5. "Aussparungsbereich" der Hirnhemisphäre.

b) 2o3-Hg-"Vertex-View":



1. Anfärbung der Schädelkalotte.
2. Sinus sagittalis superior und Spatium interhemisphericum.
3. Hirnhemisphäre.

M a c k und Mitarbeiter geben diese Version für das 197-Hg-Chlormerodrin-Szintigramm an (8o). Man kann jedoch mit Sicherheit

annehmen, daß die Verhältnisse mit 203-Hg praktisch identisch sind.

Die Anfärbungen von hoher Dichte, die im 99-Tc-"Top-View"-Szintigramm sich darstellen, treten mit Chlormerodrin nicht in Erscheinung. Daher kann Chlormerodrin in dieser Szintigrammversion von größerem Wert sein als das Pertechnetat (8o).

2.5 Experimenteller Teil

Ergebnisse:

In diesem Abschnitt sollen die Untersuchungsergebnisse behandelt und anschließend in der Diskussion ein Vergleich bzw. eine Wertung der beiden angewandten Isotope - als 203-Hg Chlormerodrin und 99m Pertechnetat - gegeben werden.

Die Untersuchungsmethode und der Arbeitsablauf bei der dieser Abhandlung zu Grunde liegenden rektilinearen Scannermethode wurde schon beschrieben.

Insgesamt baut sich die Arbeit auf einem Kollektiv von 178 Patienten auf. Davon waren 115 männlichen und 63 weiblichen Geschlechts. Eine weitere Aufschlüsselung nach dem Alter findet sich - geschlechtsbezogen - in folgender Tabelle.

Männl.	o-9Jhr.	1o-19	2o-29	3o-39	4o-49	5o-59	6o-69	7o-79	8o-
Pat.Zahl	o	4	15	23	19	27	17	8	2
Weibl.	o-9	1o-19	2o-29	3o-39	4o-49	5o-59	6o-69	7o-79	8o-
Pat.Zahl	o	2	8	11	12	12	12	6	o

Tab. 7: Aufschlüsselung des Patientengutes nach Geschlecht und Alter

Eine andere Darstellung des Patientengutes gibt die Altersverteilung in untenstehender Abbildung, die angenähert das Bild einer zweigipfeligen, Gaußschen Verteilung wiedergibt. Ausschließlich rekrutierten sich die Patienten aus stationären Fällen oder aus der Ambulanz der II. Medizinischen Universitätsklinik.

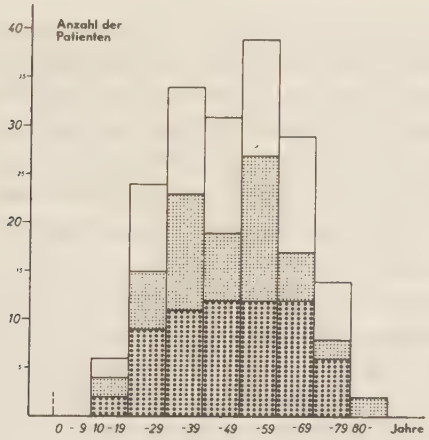


Abb. 9: Altersverteilung der untersuchten Patienten. (Gesamtverteilung gegliedert nach Geschlecht. Männlich: Kleine Punktierung. Weiblich: Große Punktierung).

Die Gesamtzahl der angefertigten Hirnszintigramme beläuft sich auf 212. Mit 99m-Technetium wurden 192 und mit 2o3-Hg Chlormerodrin 2o Scans gefahren.

Vorweggenommen soll jetzt schon betont werden, daß der Ausdruck Hirnszintigramm bzw. Scan bei jedem Patienten grundsätzlich eine Frontal (a-p)-ansicht und eine Parietal-

ansicht beinhaltet. Daneben wurde in vereinzelten Fällen, in denen Zweifel in bezug auf die Lokalisation eines Defektes bestanden, je nach Maßgabe eine kontralaterale Parietalaufnahme oder eine Okzipitalansicht angefertigt. In der folgenden Zusammenstellung erscheinen diese zwei, in Ausnahmefällen also drei oder vier szintigraphischen Aufnahmen (Photoscans) als eine Einheit, als Scan.

Die Diskrepanz zwischen Patientenzahl und der Anzahl der Szintigramme ist dem Umstand zuzuschreiben, daß aus Gründen der Verlaufskontrolle einige Patienten doppelt oder dreifach, oder zum Vergleich mit 99m-Technetium zusätzlich noch mit 203-Hg Chlormerodrin szintigraphiert wurden. Auf die doppelte Hirnszintigraphie wird nur im Hinblick auf den Vergleich zwischen 203-Hg Chlormerodrin und 99m-Technetium eingegangen.

Zunächst werden sämtliche Hirnszintigramme zusammen ausgewertet, da beiden Isotopen - 203-Hg und 99m-Tc - derselbe Beurteilungsmaßstab, was die Aussagekraft der Szintigramme anbetrifft, zu Grunde gelegt ist. Anschließend wird separat eine Wertung der beiden Nuklide in der Hirnszintigraphie und eine Gegenüberstellung der Untersuchungsbefunde und ihrer Qualität gegeben.

Bezüglich der Beurteilung lassen sich die Szintigramme im Einklang mit anderen Untersuchern in drei Gruppen einreihen:

I. Negative Hirnszintigramme, bezeichnet mit "-,(-) und (-)?" und der Qualifizierung "normal, kein Herdnachweis, kein sicherer Herdnachweis."

II. Nicht eindeutig beurteilbare und fraglich positive Hirnszintigramme mit "diffuser Impulsvermehrung" und den Zeichen "+, (+)?"

III. Eindeutig positiv beurteilte Hirnszintigramme, bei denen über die Art der Impulsanreicherung - falls irgend möglich - eine Aussage gemacht, und welche die Bezeichnungen "tumortypisch, für Narbe, Blutung, Oedem, Entzündung oder Abszeß usw. sprechend" bekommen haben und die Zeichen "++, +++, ++++," tragen.

Wann ein Impulsbild als tumortypisch, oedem- oder narbentypisch usw. interpretiert wurde, ist im Einzelnen mehr oder weniger mit subjektiver Erfahrung verknüpft und soll nicht weiter diskutiert werden. Klargestellt sei allerdings, daß die Szintigramme unbeeinflußt von anderen klinischen Untersuchungsergebnissen beurteilt und erst nachträglich mit diesen verglichen wurden.

Gruppe I. umfaßt nur mit 99m-Technetium angefertigte Hirnszintigramme entsprechend 29 szintigraphischen Untersuchungen an 29 Patienten.

Unter diesen 29 Patienten waren 11, bei denen die klinische Diagnose, was einen intracerebralen Prozeß anbetrifft, mit dem negativen Szintigramm klar übereinstimmte.

Eine weitere Serie aus dem Kollektiv der 29 umfaßte 12 Fälle, in denen das Hirnszintigramm negativ ausfiel, den klinischen Befunden nach jedoch ein intracerebrales Geschehen angenommen werden mußte. 8 Patienten betrafen cerebrale Zirkulationsstörungen, die mit eindeutigen neurologischen Symptomen und Ausfällen einhergingen, und die mittels EEG in allen 8 Fällen durch den Nachweis deutlich pathologischer Befunde untermauert werden konnten.

In diesem Zusammenhang sei auf die Untersuchungen von G l a s g o w und al. (46) hingewiesen, die - allerdings mit 203-Hg und 197-Hg - das Auftreten abnormer Hirnszintigramme in verschiedenen Abständen nach dem cerebrovas-

kulären Geschehen untersucht haben (Hirninfarktpatienten!). Sie berichten, daß nach einem Intervall von 6 Monaten kein Szintigramm mehr positiv war. Die Spitze der positiven Scans lag mit 72 % im Zeitraum der dritten Woche nach dem Insult. Die Szintigramme entwickelten sich im Verlauf der ersten Woche nach dem C.V.A. (Cerebro Vascular Accident) zunehmend positiv, und zwar mit einer wenig abgezeichneten, diffusen Impulsanreicherung. Nach dem Höhepunkt der Anreicherung in der dritten Woche zeigte sich ein schrittweiser Rückgang der diffusen Aktivität, der nach Angabe der Untersucher zwei bis drei Wochen bis zu zwei bis vier Monaten dauern kann. Die schnell erschienenen Anreicherungen verschwanden schneller als die, die sich langsam entwickelten.

2 Faktoren deuten nach G l a s g o w (46) auf eine gesteigerte Vaskularisation bei der abnormen Impulsanreicherung im ischämischen Infarkt hin:

1. Das offensichtliche Intervall zwischen dem Beginn der klinischen Symptome und dem positiven Hirnszintigramm liegt im Einklang mit der Zeit, die zur Ausheilung des Infarktes mit der Neuentstehung eines Kapillarnetzes und Neubildung von Gliagewebe nötig ist.
2. Die Dichte der abnormen Impulsanreicherung auf dem Scan, die einem C.V.A. folgt, ist gewöhnlich nicht größer als die über vaskularisierten Gebieten wie Galea und Muskelgewebe.

Mit 99m-Technetium dürften sich diese Dinge ähnlich verhalten. Da die Hirnszintigramme bei den 8 erwähnten Patienten kurz nach dem Auftreten der neurologischen Symptome aufgenommen wurden, kann bei den intermittierenden cerebralen Ischämien keine diesbezügliche Impulsanreicherung erwartet werden.

4 weitere Fälle bei negativem Hirnszintigramm beinhalteten

1 cerebrales Anfallsleiden
1 Sarotenvergiftung
1 postkommotionelles Syndrom
1 Migräneanfall mit zentralem Skotom und paroxysmalen Halbseitensymptomen im Sinne von Paraesthesien.

In der dritten Serie aus dem Kollektiv von 29 negativen Szintigrammen befanden sich 6, bei denen klinisch der Verdacht auf ein cerebrales Geschehen ausgesprochen wurde.

Zusammenfassender Überblick über die I. Gruppe:

Hirnszintigramm	klinischer Befund	Anzahl
negativ	negativ	11
negativ	positiv	12
negativ	fraglich positiv	6

Die II. Gruppe mit diffuser Impulsvermehrung umfaßt 18 Szintigramme entsprechend 18 Patienten. Diese Untersuchungen wurden ebenfalls nur mit 99m-Technetium unternommen.

Zusammenfassender Überblick über diese II. Gruppe:

Hirnszintigramm	klinischer Befund	Anzahl
positiv	positiv	9
positiv	negativ	3
positiv	fraglich positiv	6

Unter den 9 Fällen mit Übereinstimmung von Szintigramm und klinischem Befund befanden sich 4 Patienten mit manifesten cerebralen Durchblutungsstörungen. Neurologische Ausfälle waren feststellbar. Die klinische Diagnose konnte mehr oder weniger durch andere Untersuchungen, wie EEG, Carotisangiogramm und Hirndurchblutungsmessung mit Radioxenon unterstützt werden. Die restlichen 5 Patienten zeigten folgende Diagnosen:

1 Sheehan-Syndrom
1 postcommotionelles Syndrom mit multiplen Frakturen der Schädelbasis, Blutungs- und Narbenherden
1 Contusio cerebri mit einem Blutungsherd und entsprechenden Verschiebungen im Pneum- und Echoencephalogramm
1 multilokuläre Metastasierung bei Bronchialkarzinom
1 ältere Subarachnoidalblutung

In 3 Fällen mit einer Impulsvermehrung konnte klinisch kein Anhalt für ein cerebralpathologisches Geschehen gefunden werden.

Die restlichen 6 Fälle in der II. Gruppe waren nicht endgültig abklärbar: Dreimal blieb der Verdacht auf einen intracraniellen raumfordernden Prozeß offen, einmal eine mögliche Virusmeningitis, zweimal neurologische Ausfälle ungeklärter Genese.

In der großen Gruppe III. mit eindeutig als positiv deklarierten Hirnszintigrammen sind die Untersuchungen mit 99m-Technetium und 2o3-Hg Chlormerodrin zusammengefaßt. Ein Vergleich der beiden Isotope wird in der sich anschliessenden Diskussion erbracht.

A: Eine ausschließlich als tumortypisch interpretierte pathologische Impulsanreicherung wurde in 61 Hirnszintigrammen entsprechend 46 Patienten gefunden. Aufgeschlüsselt nach der Lage der Befunde lassen sich die Ergebnisse folgendermaßen darstellen:

1. Supratentorielle Lage; entsprechend 36 Hirnszintigrammen und 28 Patienten. 5 Patienten wurden 2-fach, 1 Patient 3-fach und 23 Patienten einfach untersucht. Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle.

Lage:	Anzahl der HSZ
a) frontal, frontobasal, frontotemporal	9
b) temporal, temporobasal, temporoparietal	5
c) parietal und parietooccipital	8
d) frontotemporal, frontobasal und parieto-occipital zugleich	1
e) Chiasmagegend und suprasellär	4
f) Hirnstamm cranial, Felsenbein, Felsenbeinspitze	1
g) mittlere Schädelgrube	8
Gesamt:	36

Anmerkung: HSZ steht für "Hirnszintigramme."

Auswertung in bezug auf Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

a) Nicht histologisch gesicherte tumortypische Anreicherungen:

HSZ tumortypisch pos.	Klin.Befund	Anzahl der HSZ
positiv	positiv	6
positiv	nicht ganz eindeutig positiv	3
positiv	negativ	1

Gesamt: 1o HSZ entsprechend 7 Patienten

b) Histologisch gesicherte Tumoren; entsprechend 13 Hirnszintigrammen und 9 Patienten. Davon wurden 2 Patienten 2-fach, 1 Patient 3-fach und alle übrigen einfach untersucht.

Histologie: 2 multiforme Glioblastome (im HSZ jeweils 1x mit 99m-Tc und 2o3-Hg nachgewiesen und durch Sektion bestätigt),

1 Keilbeinmeningeom (2-fach mit 99m-Tc und 1x mit 2o3-Hg lokalisiert und durch Sektion bestätigt),
1 metastasierendes Melanoblastom (jeweils mit 99m-Tc und 2o3-Hg lokalisiert),
1 Astrozytom I (durch Operation bestätigt),
1 lymphoreticuläres Sarkom der Hirnbasis (durch Operation bestätigt),
1 Metastase eines Bronchialkarzinoms (durch Sektion bestätigt),
1 Metastase eines Karzinoms des Zungengrundes (durch Operation bestätigt),
1 Rezidiv eines Falxmeningeoms (durch Operation bestätigt).

c) Falsch interpretierte HSZ mit tumortypischen Impulsanreicherungen; entsprechend 5 HSZ und 5 Patienten.
Die Anreicherungen entsprachen jedoch der durch andere klinische Untersuchungen, wie EEG, Röntgen und Carotisangiogramm, bekräftigten Lokalisation, so daß in bezug auf die Anreicherung eine Übereinstimmung vertreten werden kann.

d) Tumortypische Impulsanreicherungen bei nicht absolut präzisierter klinischer Enddiagnose; entsprechend 2 HSZ und 2 Patienten.
In einem Fall wurde durch 2-fache Carotisangiographie eine massive Hämangiombildung, zumindest jedoch eine Gewebsvermehrung mit Shuntbildung und Gefäßverlagerung nicht in Frage gestellt. Die klinische Enddiagnose sprach nur von einem Verdacht auf ein arterio-venöses Angiom rechts fronto-basal.
Im anderen Fall sprach das Carotisangiogramm von einem tischtennisballgroßen Tumor mit Gefäßverlagerung ohne typische Gefäßeigenanfärbung an der Stelle der pathologischen Impulsanreicherung im HSZ. Die klinische Enddiagnose lautete: Cerebrales Anfallsleiden.
Beide Hirnszintigramme werden in der Auswertung als übereinstimmend mit dem klinischen Befund betrachtet.

e) Falsch positive tumortypische Impulsanreicherungen fanden sich in 6 HSZ entsprechend 5 Patienten. Es konnte jeweils kein klinisch objektivierbarer Befund erhoben werden, welcher eine Erklärung für das positive Szintigramm gebracht hätte.

2. Lage der tumortypischen Impulsanreicherung supra- und infratentoriell zugleich; entsprechend 9 HSZ und 4 Patienten. Davon wurden ein Patient 3-fach und 3 Patienten je 2-fach untersucht.

Aufschlüsselung nach Lage der Anreicherung	Anzahl der HSZ
a) hintere Schädelgrube und Kleinhirnbrückenwinkel	5
b) parieto-occipitaler Übergang mittlere Schädelgrube u.Kleinhirnbrückenwinkel	2
c) parieto-occipital und Kleinhirnbrückenwinkel	2
gesamt:	9

Auswertung in bezug auf Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

HSZ	Klinischer Befund	Anzahl HSZ	Patientenzahl
positiv	in Übereinstimmung	5	2
positiv	keine Übereinstimmung	2	1
positiv	fraglich Übereinstimmung	2	1
	gesamt:	9	4

3. Infratentorielle tumortypische Anreicherung (alle im Kleinhirnbrückenwinkel gelegen) entsprechend 14 HSZ und 12 Patienten. 1 Patient aus der Gruppe wurde 2-fach untersucht.

Auswertung in bezug auf Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

Hirnszintigramm	Klinischer Befund	Anzahl der HSZ
positiv	in Übereinstimmung	1
positiv	keine Übereinstimmung	3
positiv	fragliche Übereinstimmung	1o

4. Multiple tumortypische Impulsanreicherungen entsprechend 2 HSZ und 2 Patienten.

Im ersten Fall fanden sich Metastasen eines histologisch gesicherten Melanomalignoms.

Im zweiten Fall konnte der bestehende Verdacht auf ein medulläres Plasmozytom mit Destruktionen (röntgenologisch verifiziert) in der Schädelkalotte klinisch nicht endgültig bewiesen werden, außerdem der Verdacht auf intracerebrale Gewebsneubildungen. Dieser Fall wird in die Kategorie der fraglichen Übereinstimmung mit dem klinischen Befund eingereiht.

Insgesamt ist bis jetzt eine vorläufige Darstellung von 61 Szintigrammen entsprechend 46 Patienten gegeben worden.

B: Tumortypische Impulsanreicherung plus zusätzliche Herde; entsprechend 14 HSZ und 9 Patienten.

Aufgliederung hinsichtlich der Herdinterpretation:

a) typisch für Tumor + Blutung	4 HSZ	2 Patienten
b) typisch für Tumor + Oedem	5 HSZ	3 Patienten
c) typisch für Tumor + Blutung + Oedem	4 HSZ	3 Patienten
d) typisch für Tumor + Narbengewebe oder Blutung	1 HSZ	1 Patient

Auswertung in bezug auf Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

HSZ	Klinischer Befund	Anzahl der HSZ	Anzahl d.Pat.
aa) positiv	in Übereinstimmung	11	7
bb) positiv	fragliche Übereinstimmung bei Falschinterpretation des HSZ	2	1
cc) positiv	keine Übereinstimmung	1	1

Zu aa): 4 HSZ entsprechend 2 Patienten erbrachten jeweils ein histologisch gesichertes metastasierendes Mammacarcinom,
4 HSZ (3 Patienten) jeweils ein histologisch gesichertes Astrozytom III,
2 HSZ (1 Patient) ein Glioblastoma multiforme IV nach der klinischen Enddiagnose. Ein histologischer Bericht konnte in diesem Fall nicht aufgefunden werden.
1 HSZ (1 Patient) ließ einen Hirntumor erkennen,

dessen Genese unbekannt blieb. Ein Primärtumor war nicht nachweisbar, allerdings aber die Tatsache einer intrakraniellen Gewebsvermehrung durch andere Untersuchungen, wie EEG, Röntgen und Carotisangiogramm. Der Fall wird als Übereinstimmung mit den klinischen Befunden gewertet.

Zu bb): Klinisch lag bei dem Patienten, der 2-fach untersucht wurde, eine Hemiparese bei totalem Mediaverschluß vor. Die Szintigraphie erfolgte am Ende der ersten Woche nach Eintritt des neurologischen Geschehens. Die pathologische Impulsanreicherung wurde als Tumor mit Begleitoedem fehlinterpretiert.

Zu cc): Der klinischen Enddiagnose zufolge litt dieser Patient an Uncinatuskrisen. Dieses HSZ wird als nicht übereinstimmend mit der Klinik gewertet.

C: Als nicht tumortypisch interpretierte pathologische Impulsanreicherungen:

1.) Interpretation als eindeutige Blutung entsprechend 9 HSZ und 8 Patienten.

Auswertung hinsichtlich der Übereinstimmung mit der Klinik:

Hirnszintigramm	Klinischer Befund	Anzahl der HSZ	Anz.d.Pat.
positiv	stimmt überein	8	7
positiv	klinisch keine Klärung	1	1

2.) Eindeutige Interpretation als Narbe, Blutung, Oedem. 21 HSZ entsprechen 14 Patienten; davon sind 8 Patienten 1-fach, 5 Patienten 2-fach und 1 Patient 3-fach untersucht.

Auswertung in bezug auf Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

Hirnszintigramm	Klinischer Befund	Anzahl der HSZ	Anz.d.Pat.
positiv	stimmt überein	18	12
positiv	keine Übereinstimmung	1	1
positiv	nicht geklärt, fragliche Übereinstimmung	2	1

In der Gruppe von 12 Patienten befindet sich ein Fall, der schon unter die im Szintigramm richtig lokalisierten Tumoren eingereiht ist. Das hier aufgeführte Szintigramm wurde gut 14 Tage nach operativer Entfernung des Tumors aufgenommen.

3.) Keine eindeutige Aussage über die Art der Impulsanreicherung (Blutung?, Narbe?, Oedem?, Entzündung?, Abszeß?, Tumor? usw.) liegt in 46 HSZ entsprechend 41 Patienten vor.

Auswertung in bezug auf eine Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

Hirnszintigramm	Klinischer Befund	Anzahl d.HSZ	Anz.d.Pat.
a) positiv	als Übereinstimmung gewertet	35	3o
b) positiv	negativ	3	3
c) positiv	fragliche Übereinstimmung	8	8

Von den 3o Patienten der Gruppe a) sind 5 Patienten 2-fach und 25 Patienten einfach szintigraphiert.

Die letzte Gruppe sei nochmals separat dargestellt:

c) 1. HSZ: +++, jedoch kein tumortypischer Befund. Relativ reichliche Kalottenzeichnung. Frühere Hämatombildung? In der Röntgenaufnahme des Schädels in 3 Ebenen: Mäßige Drucksymptomatik und Rarefizierung im Bereich der Felsenbeinspitze rechts. Schüller-Stenvers-Aufnahme bds.: Keine tumorverdächtige Usurierung nachweisbar. Wolkenschädel. EEG: Hier fand sich ein geringfügiger Herdbefund links temporal. Der übrige Befund sprach für ein cerebrales Anfallsleiden.
Diagnose: Cerebrales Anfallsleiden.

2. HSZ: ++, in der mittleren Schädelgrube rechts basal aufsitzende Impulsvermehrung. Narbe? Granulation?

Rö.-Schädel-Übersicht: Ausgewalzte Sella mit deutlicher Demineralisation. Wolkige Struktur.
Carotis interna links: Deutliche Kaliberschwankung im proximalen Internaabschnitt, möglicherweise auf der Basis eines thrombotischen Wanbefundes. Geringe bogige Verlagerung der A. cerebri anterior im Sinne eines Fernzeichens. Parenchymanfärbung parasagittal im Parietalabschnitt verdächtig auf Falxmeningeom.

Anamnestische Anmerkung: Zustand nach älterem Autounfall mit Schädeltrauma. Danach starke Stirnkopfschmerzen.
Diagnose: Cerebrale Krampfanfälle unklarer Genese.

3. HSZ: ++, alte Narbe oder Blutung fronto-temporal rechts in knapp Kirschgröße.
Rö.-Schädel in 3 Ebenen: Mehrfache, intracerebral liegende Sklerosierungsherde. Mäßige Hyperostosis frontalis. Möglicher Hinweis auf frühkindlichen Hirnschaden.
Diagnose: Cerebrale Krampfanfälle ungeklärter Genese (der erste im ersten Lebenshalbjahr. Patient 3o Jahre alt).

4. HSZ: +++, 2 Herdbildungen. Narbenherde?
Diagnose: Allgemeine Gefäßerkrankung.

5. HSZ: +++, 3 Herdbildungen. Narben- oder Blutungsherde?
Carotisangiogramm: Arteriosklerotische Veränderungen, starke Gefäßschlängelung, auf atrophische Veränderungen hinweisen.
Diagnose: Symptomatische oder Genuine Epilepsie.

6. HSZ: ++, links temporo-basal kirschgroßer Herd. Narbe? Oedem.

EEG: Herdbefund links temporal bis zentral.
Diagnose: Erbrechen unklarer Genese.

7. und 8. betreffen 2 Patienten mit neurologischen Ausfällen und einem deutlichen cerebralen Ischämiesyndrom. In einem Fall zeigte sich im Carotisangiogramm eine relative cerebrale Atrophie bei starker Schlängelung der Gefäße und eine deutliche Reduktion der Hirndurchblutung im Bereich der grauen Substanz. Die Impulsanreicherungen im HSZ (Narbe?, Blutung?) stellten sich hier flächig dar.
Im anderen Fall brachten die übrigen Untersuchungen (EEG, Carotisangiogramm, Rö-Schädel in 2 Ebenen, Pneumencephalogramm) nicht sicher pathologische Ergebnisse.

4.) Keine Aussage über die Art der nicht tumortypischen Impulsanreicherung. 14 HSZ entsprechend 14 Patienten:

Auswertung in bezug auf eine Übereinstimmung mit dem klinischen Befund:

Hirnszintigramm	Klinischer Befund	Anzahl d.HSZ	Anz.d.Pat.
positiv	übereinstimmend	7	7
positiv	keine Übereinstimmung	4	4
positiv	fragliche Übereinstimmung	3	3

2.5.1 Gesamtauswertung

Insgesamt ergibt sich folgende Aufstellung:

a) Positive HSZ in klarer Übereinstimmung mit den klinischen Befunden: 122; fragliche, nicht sichere Übereinstimmung in 36 Fällen!

b) Hirnszintigramm in Übereinstimmung mit den klinischen Befunden klar negativ in 11 Fällen.

c) Ein positives Hirnszintigramm ohne einen entsprechenden faßbaren klinischen Befund liegt 25 mal vor.

d) Fehlende Übereinstimmung negativer HSZ, die einen faßbaren, positiven klinischen Befund nicht sichtbar erkennen lassen, findet sich in 12 Fällen. Ein fraglich positiver klinischer Befund liegt 6 mal vor.

Bezogen auf die Gesamtzahl von 212 Hirnszintigrammen ergibt sich eine exakte Trefferquote von 62,7 %, die nicht ganz eindeutig geklärte Übereinstimmung dazugerechnet, eine Trefferquote von 79,7 %.
Eindeutig falsch positive Szintigramme der Gruppe c) ergeben 11,8 %.
Falsch negative Szintigramme liegen in 5,7 % vor, die fraglichen Fälle der Gruppe d) hinzugerechnet, in 8,5 %. Läßt man diese nicht geklärten, fraglich positiven klinischen Befunde aus d) als normal gelten, ergibt sich eine Trefferquote von 82,5 %.

2.5.2 Eigene Vergleichsuntersuchungen

mit 99m-Technetium-Pertechnetat und 2o3-Hg Chlormerodrin liegen in 12 Fällen entsprechend 12 Patienten vor. Ein Patient wurde lediglich mit Chlormerodrin untersucht, da zu dem Zeitpunkt, an dem ein Hirnszintigramm mit Technetium aufgenommen werden sollte, aus technischen Gründen dieses Material nicht verfügbar war und nachträglich das Technetiumszintigramm nicht mehr aufgenommen wurde. - Dieser Fall befindet sich selbstverständlich nicht in der Reihe der oben erwähnten Zwölferserie. Bei dem zuletzt erwähnten Patienten konnte im 2o3-Hg-Hirnszintigramm ein tischtennisballgroßer Herd fronto-temporal links festgestellt werden, der eher für eine Blutung als für einen Tumor sprach. Zusätzlich fanden sich kleine, auf ein Hirnoedem oder multiple Metastasen hinweisende, ubiquitär verteilte Impulsanreicherungen. (Im Hirnszintigramm, das in einer anderen Klinik ebenfalls mit 2o3-Hg Chlormerodrin angefertigt war, fand sich kein Nachweis einer pathologischen Aktivitätsspeicherung.) - Auf Grund der Befunde in der Carotisangiographie, der Ventrikulographie, dem EEG und der neurologischen Veränderungen bei dem Patienten, entschloß man sich zur Operation. Makroskopisch ergab sich nur ein geringer Tumorverdacht, jedoch entschloß man sich zu einer Resektion des linken Temporallappens. Die Histologie erbrachte ein Astrozytom des Grades I bis II, bei dem von der Gewebsstruktur her mit einem diffusen Wachstum gerechnet werden mußte. - Ein Vergleichsszintigramm mit Technetium wäre hier präoperativ von Interesse gewesen, jedoch muß nochmals betont werden, daß zum Vergleich das 2o3-Hg-Scan dem des Technetiums hier grundsätzlich nachgeschaltet wurde.

Aus der Serie der zwölf zu vergleichenden Szintigramme sind in der Kasuistik einige gesondert dargestellt. Es handelt sich dabei um Fall 3, 5, 7, 14 und 17.

Im Fall 6 war das sehr eindrucksvolle 2o3-Hg-Scan kurz nach dessen Aufnahme aus hier nicht zur Diskussion stehenden Gründen leider nicht mehr verfügbar. Im Fall 2 mußte auf die Demonstration des 99m-Tc-Szintigramms aus ähnlichen Gründen verzichtet werden.

Die 12 Vergleichsfälle standen unter folgenden klinischen Diagnosen:

1 cerebrales Ischämiesyndrom
1 Teilverschluß der A.cerebri media links
1 Glioblastoma multiforme
1 Hirnoedem bei dringendem Verdacht auf einen intracraniellen raumfordernden Prozeß
1 Blutungsherd nach Schädelbasisfraktur
1 Keilbeinmeningeom mit eitriger Meningitis
1 intracerebrale Blutung nach Schädeltrauma
1 metastasierendes Melanoblastom
3 Fälle mit Hirnmetastasen bei Mamma-Ca.
1 dringender Verdacht auf Glioblastom

Summe: 12 Patienten

In allen Fällen konnten die beiden Hirnszintigramme in ihrer Aussage als übereinstimmend mit den anderen klinischen Befunden gewertet werden.

Wie in der Kasuistik schon angeführt, waren jedoch die Technetium-Scans in ihrer Bildqualität durch die bessere Statistik, infolge der hohen Zählraten, von optisch gefälligerer Art und teilweise von größerer Aussagekraft, was z.B. im Fall 13 der Kasuistik demonstriert ist.

Abschließend zu diesem Abschnitt sei vermerkt, daß sämtliche, durch Operation, Sektion und Histologie zutage getretenen Tumoren in der Untersuchungsreihe, durch die Technetium-Hirnszintigraphie und auch in den von Fall zu

Fall aufgezeichneten Vergleichs-Scans mit Chlormerodrin, in Lage und Größe identifiziert werden konnten. Bei anderen Untersuchern, denen allerdings ein ungleich größeres Untersuchungskollektiv zur Verfügung stand, liegen die Trefferquoten nach A l l e n und al. (2) zwischen 65 und 93 %.

2.5.3 Kasuistik: Vorstellung ausgewählter Fälle

Fall 1: W.J., 74-jähriger Rentner

Befund: Neuro: ZNS: Der Patient zeigte eine völlige Taubheit rechts; links fand sich eine Einschränkung der Hörfähigkeit über das altersentsprechende Maß hinaus. An den Extremitäten ließ sich linksseitig eine geringe Spastik feststellen. Atrophien fanden sich nicht. Beim Vorhalteversuch von Armen und Beinen (VHA, VHB) war linksseitig eine Absinktendenz feststellbar, außerdem eine Verminderung der groben Kraft. Der Finger-Nase-Versuch und Knie-Hacken-Versuch wurden beidseits ataktisch ausgeführt, und zwar links mehr als rechts; daneben zeigte der Patient eine schwere Gangataxie mit Nachhinken des linken Beines, weiterhin eine Fallneigung nach links.

Bei der Sensibilitätsprüfung konnte eine Hypaesthesie und Hypalgesie der gesamten linken Körperhälfte konstatiert werden; am linken Arm und Bein nahm diese distalwärts zu.

Das EEG war leicht allgemeinverändert mit Herdzeichen rechts temporal.

Der Liquorbefund war normal.

Im Carotisangiogramm wurde eine kleinhühnereigroße Herdbildung im parieto-occipitalen Übergangsabschnitt gefunden, die sich mit einer ebenso großen Herdanfärbung parieto-occipitaler Lage rechts parasagittal im Hirnszintigramm deckte (HSZ).

Die Hirndurchblutung mit Radio-Xenon erbrachte parallel dazu eine Durchblutungsverminderung des A.Carotis-Int.-Bereiches relativ um 3o % bei Tumorbefund.

Todesursache: Rechtsherzversagen nach schubweisen Lungenembolien.

Die Obduktion erbrachte ein multifokales Glioblastom des rechten und linken Parieto-occipital-lappens: Ein im Durchmesser 4 cm messender hämorrhagischer Tumorherd saß

über der rechten Balkenstrahlung; je ein 2,5 cm Durchmesser großer Herd um den linken Ventrikelwinkel und im rechten Occipitallappen, beide ohne Nekrosen.

Im histologischen Präparat war das Gewebe mit den stäbchenförmigen Kernen der Tumorzellpopulation durchsetzt. Zum Marklager zu zeigte sich Gefäßproliferation. Auch die Mikroskopie bewies das Fehlen von Nekrosen.

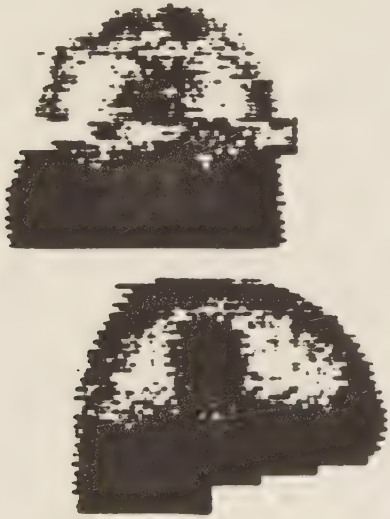


Foto zu Fall 1: 99m-Tc

Unschwer läßt sich im dargestellten Szintiphoto der angegebene Befund demonstrieren.
HSZ-Befund: Reichlich walnußgroßer Herd parieto-occipital rechts, parasagittal nach links ausgreifend. Leider sind 8 Zeilen auf der Frontalaufnahme nach links durch Kopfbe-

wegung des Patienten verschoben, so daß die durch die Obduktion erwiesenen Einzelherde nicht ganz deutlich zum Vorschein kommen. Ein perifokales Tumoroedem verwischt außerdem die Herdgrenzen.
Das Szintigramm wurde mit 99m-Technetium aufgenommen.

Fall 2: N.B., 75-jähriger Patient

Fremdanamnese: Bei dem Patienten fiel rapid zunehmende Schlafsucht auf, dazu kamen Verwirrtheitszustände und zeitliche, sowie örtliche Desorientiertheit. Er verfiel bei sonst gewohnten Tätigkeiten in tiefen Schlaf, der bis zu 2o Stunden anhielt. In der Dunkelheit trat ungerichtete Gangabweichung auf. Über vermehrten Kopfschmerz oder Sehstörung wurde nicht geklagt.

Wenige Tage nach stationärer Aufnahme entwickelte sich eine zunehmende Bewußtseinstrübung. Der Patient war kaum mehr ansprechbar und völlig desorientiert; er griff an dargebotenen Gegenständen vorbei und zeigte Harninkontinenz.

Befunde: ZNS: An den Hirnnerven fanden sich keine Funktionsstörungen; jedoch waren die Pupillen weitgestellt und reagierten träge auf Licht und Konvergenz. Der Augenfundus wies Degenerationsherde, ein Papillenoedem und enge Arterien auf.

Patellarsehnenreflex und Bizepssehnenreflex waren links auslösbar, rechts nicht; BDR fraglich positiv. Bezüglich der Motilität ergab sich eine ebenfalls fragliche Spastik. Der KHV wurde zielgerecht, jedoch ataktisch ausgeführt. Romberg und Gangbild waren wegen allgemeiner Unsicherheit - mit ungerichtetem Schwanken nach rechts mehr als nach links - nicht prüfbar.

Das EEG erwies sich leicht bis mittelgradig allgemeinverändert mit einem ausgedehnten Herdbefund rechts temporofrontal.

Liquorbefund: 4/3 Zellen, Kafka 1o, Normozytose. Abweichend zum EEG ergab sich im HSZ (2o3-Hg und 99m-Tc) eine starke, ca. apfelsinengroße tumortypische Impulsanreicherung rechts parieto-occitpital, basalwärts. Röntgenaufnahmen des Schädels in 2 Ebenen und nach Schüller-Stenvers machten eine Rarefizierung der rechten Felsenbeinspitze, eine rechtsseitige Nahtdehiszenz geringeren Grades occipital und eine mäßige Osteoporose offenbar.

Der Patient verstarb infolge rezidivierender Lungenembolien mit Infarkt und Infarktpneumonie des rechten Lungenunterlappens.

Bei der Obduktion fand sich der diagnostizierte Tumor als ca. mannsfaustgroßes Glioblastoma multiforme (Astrozytom III) im rechten Schläfenlappen mit beginnender Infiltration des Tentoriums durch den Primärtumor.

Histologie: (An Hand von Schnitten aus dem rechten Schläfenlappen): Zellreiches Tumorgewebe mit ausgedehnten strichförmigen Nekrosen. Tumorgewebe ausgesprochen polymorph mit großen chromatinreichen Kernen neben kleineren. Die Gefäße waren im Tumor und in der Grenzzone zum unbeteiligten Hirngewebe vielfach sehr stark erweitert mit beginnender Knäuelbildung.

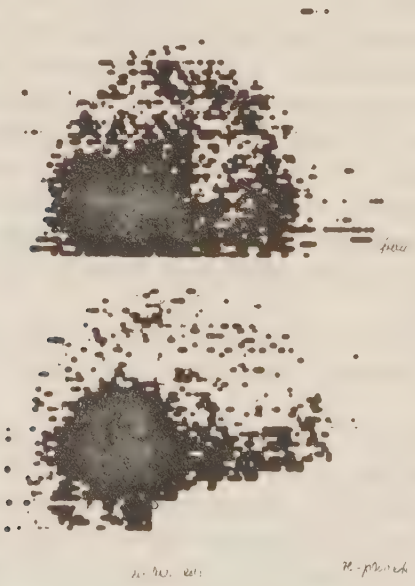


Foto zu Fall 2: 2o3-Hg Chlormerodrin

Das Photo zeigt den szintigraphischen Befund mit 203-Hg Chlormerodrin. Auf die Darstellung des 99m-Tc-Szintigramms wird verzichtet. Es zeigt den Befund genauso gut, nur insgesamt optisch etwas weicher und gefälliger, vor allem im Parietalbild.

Fall 3: H.J., 53-jähriger Patient

Zur Anamnese: Ca. 1 Jahr vor der stationären Aufnahme wurde bei dem Patienten ein Melanomalignom im Bereich der rechten Axilla entfernt und nachbestrahlt. Letzteres geschah ebenfalls mit einem ca. 4 Monate später zum Vorschein getretenen Rezidiv im Operationsgebiet. Mit Auftreten des Recidivs klagte der Patient über lokalisierte Schmerzen im Nacken und im Hinterkopf, gelegentlich auch über Übelkeit und Erbrechen. Später traten zunehmend Bewußtseinstrübung und Schmerzen im linken Auge auf, daneben flüchtige Schwindelerscheinungen ohne Seitenbetonung und zunehmende Sehverschlechterung.

Befunde: Neuro.ZNS: Pupillen mittelweit mit träger Reaktion auf Licht und ausbleibender Reaktion auf Konvergenz. Cornealreflex links schwach ausgeprägt, rechts nicht auslösbar. Stauungspapille beidseits. Rechts Facialisschwäche mit hängendem Mundwinkel. - Teilweise bestand motorische Aphasie und Heiserkeit. - BDR waren nicht auslösbar, die Armreflexe jedoch seitengleich gut. Beinreflexe rechts positiv, links dagegen negativ. An pathologischen Reflexen fanden sich Pyramidenzeichen rechts. Motilität und Muskeltonus erwiesen sich rechtsseitig spastisch. Koordination: Nicht zielgerechter FNV und unsicherer KHV.

Das EEG war mittelgradig allgemeinverändert und ließ einen deutlichen Herd links temporal erkennen. Im Röntgenbild des Schädels ergab sich der Verdacht auf eine Knochendestruktion links frontoparietal, außerdem geringe Wolkenstruktur und vermehrte Diploevenenzeichnung.

Das Carotisangiogramm zeigte in Übereinstimmung mit dem HSZ (mit 99m-Tc und 203-Hg) parasagittal links basal im Parietalbereich eine ca. walnußgroße Anfärbung und als zweite Möglichkeit eine Anreicherung parietal links, ebenfalls

basal.

Es handelte sich in diesem Fall um Metastasen des rezidivierten primären Melonoblastoms.

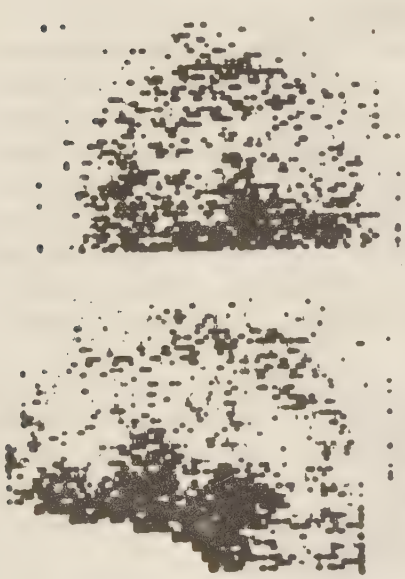


Foto zu Fall 3:
2o3-Hg Chlormerodrin

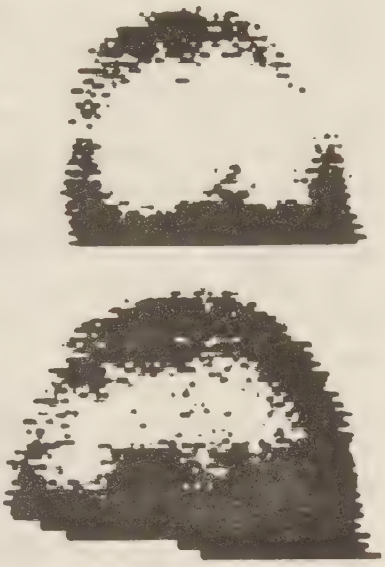


Foto zu Fall 3:
Gleicher Befund mit 99m-Tc

Die Photos zeigen 2o3-Hg- und 99m-Tc-Hirnszintigramm gegenübergestellt und in Übereinstimmung, was die Lokalisation anbetrifft. Im 2o3-Hg-HSZ treten die Herde zwar härter hervor, jedoch zeigt sich das 99m-Tc-HSZ einheitlicher, wenn auch der zweite, nach occipital-basal liegende Herd durch Überlagerungsstrahlung aus der Nackenmuskulatur sich nicht so klar abgrenzt.

Fall 4: K.C., 51-jährige Patientin

Sie wurde mit einer linksseitigen, schlaffen Hemiparese stationär aufgenommen.
Befund: Neurostatus: Keine Stauungspapille. Hörvermögen links schwächer als rechts. Kein Nystagmus. Armreflexe auf der linken paretischen Seite lebhafter als rechts. Beinreflexe seitengleich. - An pathologischen Reflexen fand sich ein positiver Babinski links. Wie schon angeführt, bestand eine schlaffe Hemiparese links; als deren Folge außerdem eine linksseitige allgemeine Muskelatrophie, die am linken Arm besonders deutlich ausgeprägt war. Rechts ließ sich nur eine schwache Kraftentfaltung feststellen, jedoch bestand rechts Eudiadochokinese. Die gelähmte Seite zeigte Hyperaesthesie.

Im EEG konnte in Ruhe eine deutlich verlangsamte Grundtätigkeit festgestellt werden, die in der Zentral- bis Temporalregion von flachen Deltafrequenzen überlagert war. Der Herdbefund rechts temporal bis zentral war offensichtlich. Im Röntgenbild des Schädels und im Carotisangiogramm rechts war kein pathologischer Befund erkennbar.

Das Hirnszintigramm stimmt also nur befundmäßig mit dem EEG überein. Es wurde mit 99m-Tc angefertigt. Die ca. kleinkinderhandgroße Impulsanreicherung temporo-parietal rechts, mit schalenförmiger Absetzung und flächiger Impulsdichte spricht in erster Linie für eine Blutung. Das Kontrollszintigramm wies einen Rückgang der Impulsdichte auf, die dann als Hirnoedem bei Embolie interpretiert wurde.

Klinische Diagnose: Schlaffe Hemiparese links durch rechtsseitige Hirnembolie mit Kollateraloedem bei kombiniertem Mitralvitium und Vorhofflimmern.

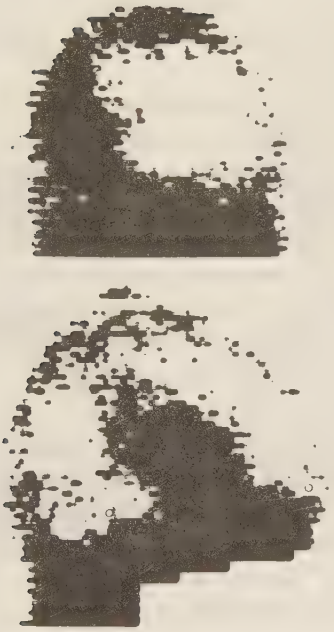


Foto zu Fall 4: 99m-Tc

Fall 5: G.L., 55-jähriger Patient

Zur Anamnese: Ca. 14 Tage vor der stationären Aufnahme stürzte der Patient in betrunkenem Zustand und zog sich ein Schädeltrauma zu. Es stellte sich eine motorische Aphasie ein.

Befund: Neurostatus: Motorische Aphasie. Pupillen beidseits entrundet; Anisocorie rechts stärker als links; träge Reaktion auf Licht und Konvergenz. Beim Augenspiegeln Spontannystagmus. Hörvermögen rechts mehr als links reduziert. BHR, PSR und ASR negativ. Pathologische Reflexe waren nicht nachweisbar. KHV zielgerecht, leicht ataktisch beim Herabrutschen am Schienbein. Unsicherer Gang. Der rechte Fuß wurde etwas nachgezogen. Die Unterscheidung zwischen spitz und stumpf war außer im oberen Thoraxbereich nicht möglich.

I. EEG kurz nach Einlieferung: Leicht allgemeinverändert. Möglicherweise subdurales Hämatom rechts.

II. EEG: Schwerst allgemeinverändert mit Herdbefund im Bereich der rechten parietalen und temporalen Region.

Carotisangiogramm rechts: Kein sicherer Nachweis eines intracerebralen Herdes im Sinne einer Gewebsvermehrung, Blutung oder ausgeprägten Gefäßverlagerung. - Bei Kontrolle wegen Zustandsverschlechterung ließ die Medianstruktur höchstens geringe Fernzeichen erkennen. Es konnte kein Nachweis eines Gefäßabbruchs oder einer tumoreigenen Anfärbung oder einer sicheren, auf Gewebsvermehrung hinweisenden Pelottierung geführt werden, Die kapillare und die venöse Phase zeigten eine Reduktion der peripheren Zeichnung im Sinne cerebralzirrhotischer Veränderungen. Hierfür sprach auch die starke Schlängelung der Gefäße.

In den Röntgenaufnahmen des Schädels war kein pathologischer Befund nachweisbar.

Todesursache: Akutes Herzversagen bei Herzhypertrophie.

Pathologie: Es bestanden ein subdurales Hämatom rechts sowie Blutungen rechts temporal. Auch intracerebral konnten Blutungen nachgewiesen werden.

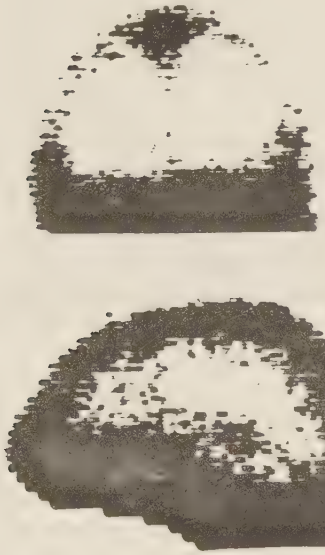


Foto zu Fall 5:
99m-Tc

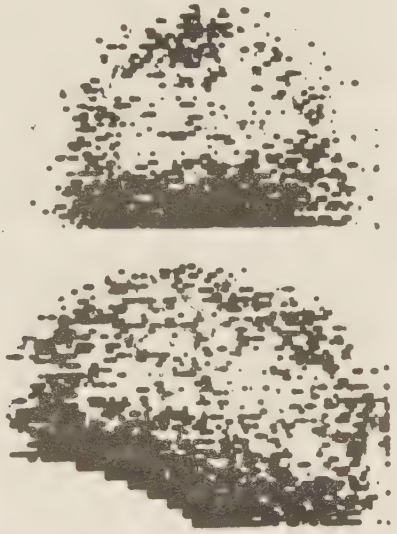


Foto zu Fall 5: Der gleiche Fall mit 2o3-Hg Chlormerodrin aufgenommen.

HSZ (mit 99m-Tc und 2o3-Hg): +++, gut kirschgroße Impulsanreicherung links parietal, lateral und links temporal im Bereich der mittleren Schädelgrube. (Metastase?)

Bei den gegenübergestellten Szintigrammen war in dem zunächst angefertigten Szintigramm mit 99m-Tc eine in der Frontalansicht erkennbare Impulsvermehrung basal und lateral

links der ausschlaggebende Faktor, daß die Parietalansicht ebenfalls auf der linken Seite aufgenommen wurde. Eine Erklärung für die Lokalisation links brachte die Pathologie nicht und eine Metastase wurde nicht gefunden. Wahrscheinlich dürften Blutungsherde, die nach dem Pathologiebefund gefunden, jedoch nicht genauer lokalisiert wurden, für die Anreicherungen links verantwortlich sein. Jedoch kann man im 99m-Tc-Szintigramm in der Frontalversion eine rechts etwas stärkere - vor allem basale - Kalottenzeichnung erkennen, die möglicherweise dem Befund rechts im Parietalbild entsprochen hätte. Verstärkt erscheint ja wohl dieser Sachverhalt im Frontalbild des 2o3-Hg-Szintigramms, jedoch hat das Parietalbild im Vergleich zum 99m-Tc-Scan nicht viel Aussagewert, es kann sich rein optisch mit dem 99m-Tc nicht messen.

Fall 6: L.E., 36-jährige Patientin

Zur Anamnese: 2 Jahre nach Operation eines Mammakarzinoms links fand sich bei der Patientin in der linken Axilla ein derber Knoten, der histologisch nach Exzision Formationen eines polymorphzelligen, soliden, stellenweise fibrösen Karzinoms mit weitgehendster Destruktion des Lymphknotengewebes ergab. Die Patientin wurde daraufhin bestrahlt. - Später stellten sich Schwindelgefühl, Übelkeit und Erbrechen ein. Daneben klagte die Patientin über stetig andauernde, sehr starke Hinterkopfschmerzen, die auch in den Frontalbereich gleichmäßig ausstrahlten.
Neurologischer Kurzbefund: Nystagmus provozierbar, Reflexe an beiden Extremitäten seitengleich, etwas lebhaft auslösbar. BDR: Kein pathologischer Befund. Babinskizeichen negativ. Koordination intakt. Gang etwas unsicher, jedoch keine Gangabweichung oder Fallneigung. Sensorium: Kein pathologischer Befund. Einige Wochen nach stationärer Aufnahme konnte die Patientin nur noch verschwommen sehen und war unfähig zu lesen trotz guter Erkennung einzelner Buchstaben. Daneben bestand eine rechtsseitige homonyme Hemianopsie und Stauungspapille. Kein Ausfall im Facialisbereich. BHR nicht auslösbar. Kein Babinskizeichen. Einfachste Rechenaufgaben waren für die Patientin unlösbar.

Nachdem das EEG kurz nach der stationären Aufnahme keinen pathologischen Befund auswies, war es nun mittelgradig allgemeinverändert und zeigte einen deutlichen Herdbefund links temporoparietal bis occipital.

Weitere Befunde: Rö.-Schädel in 2 Ebenen: Im Bereich des Foramen ovale und des F. rotundum links waren Anzeichen eines möglichen osteolytischen Prozesses erkennbar.
Carotis links: Kein Anhalt für einen intracraniellen raumfordernden Prozeß. Allerdings mutete die Arteria basilaris an den Clivus gepreßt an. Im Vertebralisangiogramm bestätigte sich dieser Verdacht. Es erbrachte eine leichte

Anpressung der A. basialis sowie eine Aufhebung der proximalen Verlaufsstrecke der rechten A.cerebellaris superior. Dieser Befund war mit einem raumfordernden Prozeß im Bereich der hinteren Schädelgrube vereinbar.

Im Pneumencephalogramm konnte eine Füllung des Ventrikelsystems nicht erreicht und so ebenfalls ein raumfordernder Prozeß in der hinteren Schädelgrube angenommen werden. (Es waren nur kleinste Luftmengen in der Cisterna pontis und im Spinalkanal nachweisbar.) Die Rö-Stenversaufnahme zeigte sich regelrecht. Ventrikulographie: Minimale Verlagerung des Aquaeduktes und des IV. Ventrikels nach links.

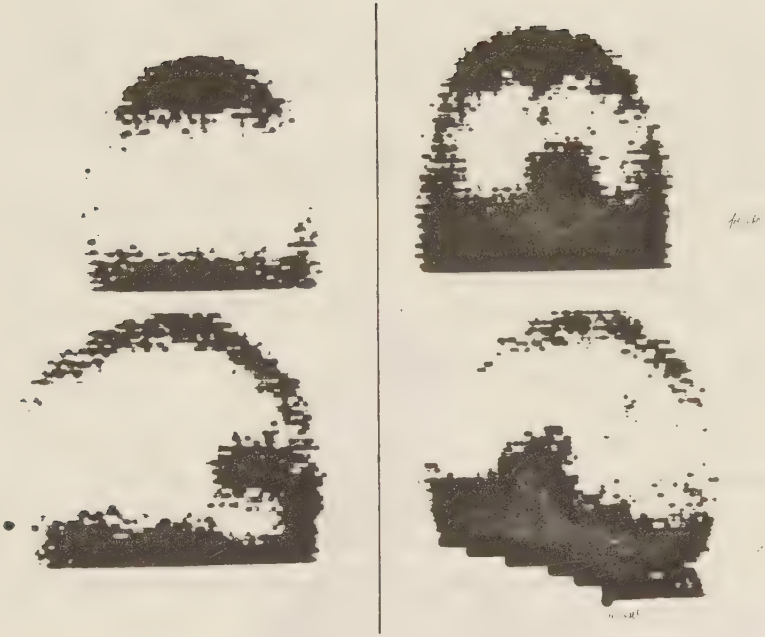
Die Patientin wurde trepaniert. Man fand eine Metastase des besagten Mammakarzinoms in der rechten Kleinhirnhemisphäre bzw. einen in den IV. Ventrikel eingewachsenen Tumor, der von der rechten Kleinhirnhemisphäre ausging. Makroskopisch konnte der Tumor "total" entfernt werden.

Die Schädelübersichtsaufnahme 18 Tage nach der Operation brachte die gleiche Usurierung im Bereich der mittleren Schädelgrube wie bei den früheren Untersuchungen. Es war kein Nachweis einer Nahtdehiszenz im Sinne einer ausgeprägten Hirndrucksymptomatik zu führen.

Die Patientin verstarb 8 Wochen nach der Entfernung des Hirntumors am Versagen der zentralen Regulation.

Diagnose: Zustand nach Mammaamputation links wegen Mammakarzinom (histologische Diagnose siehe oben!). Verdacht auf solitäre Hirnmetastasen. Hirnmetastase im Kleinhirnbrückenwinkel.

Pathologie: Hirnmetastase eines operierten Mammakarzinoms von Mandarinengröße im linken Occipitalpol. Im Gegensatz zur postoperativen Schädelübersicht wurden bei der Sektion ausgeprägte anatomische Zeichen des Hirndrucks festgestellt.



Fotos zu Fall 6:

I. HSZ: ++++. Tomatengroße Herdbildung in der hinteren Schädelgrube links.

II. HSZ: Links im Bereich des KHBW reichlich kirschgroße, tumortypische Impulsvermehrung. Kein sicherer Herdnachweis rechts!

Fall 7: S.P., 27-jähriger Patient

Zur Anamnese und Klinik: Der Patient konnte schon seit frühester Kindheit auf dem rechten Auge schlechter sehen als auf dem linken.
1957: Protrusio bulbi rechts.
1958: Radikaloperation mit Siebbeinausräumung.
1960: Links wurde der Visus schlechter. Eine rechts frontal durchgeführte Craniotomie erlaubte die Freilegung hellroter, bröckeliger Tumormassen, die sich medio-fronto-basal über den Keilbeinrücken in Richtung der mittleren Schädelgrube hin ausdehnten. Die Operation wurde damals als aussichtslos abgebrochen.
Histologie: Meningeom des Keilbeins.
Im gleichen Jahr erfolgte eine erneute Sieb- und Keilbeinausräumung und eine Bestrahlung mit 6000 R Herddosis.
1962 Erneute Craniotomie. Intradural zeigte sich kein Wachstum. Aus der rechten Orbita konnte ein gut abgrenzbarer Tumor entfernt werden, dessen Histologie keinen eindeutigen Befund erbrachte.
Im Herbst 1962 erneute Bestrahlung.
Anfang 1963 Enukleation des rechten Auges.
Anfang 1966 Verdickung in der rechten Orbita. Klinisch war jetzt das Bild eines Hypophysenvorderlappensyndroms mit stärkerer Blässe und fehlender Sekundärbehaarung vorhanden. Der Patient klagte über morgendliches Übelsein und leichte Ermüdbarkeit. Neurologisch fiel eine generalisierte, nicht seitenbetonte Ataxie und eine zentrale Fazialisparese links auf. Die Sehkraft auf dem linken Auge war praktisch erloschen, und in der rechten Orbita konnte ein pflaumengroßer, derber, nicht verschieblicher Tumor getastet werden.
Der Patient verstarb Mitte 1968.

Todesursache: Ausgedehnte eitrige Meningitis und Versagen der zentralen Regulation.

Diagnose: Inoperables Rezidiv eines Keilbeinmeningeoms. HVL-Insuffizienz. Zustand nach Enukleation des rechten Auges.

Pathologie: Neurofibromatose Rechlinghausen mit großem Keilbeinmeningeom. Eitrige Sinusitis sphenoidalis. Eitrige Meningitis.

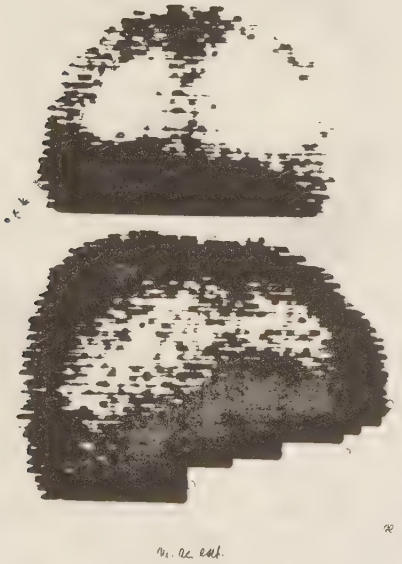


Foto I zu Fall 7: 99m-Tc

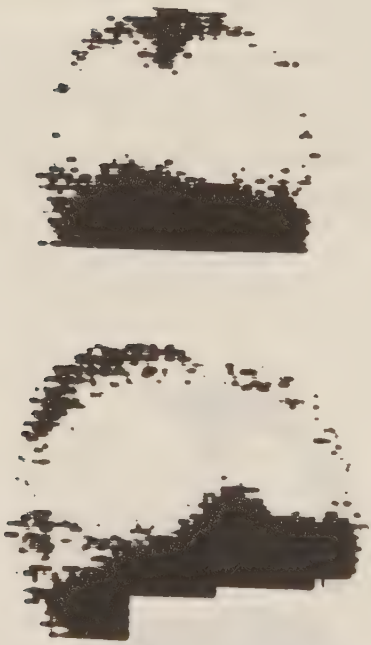


Foto II zu Fall 7: Mit verstärktem Background-Cutoff

HSZ: Von den 3 gegenübergestellten Szintigrammen sind die ersten beiden mit 99m-Tc angefertigt.

Im ersten Foto (I) kommt der Rezidivtumor in Kleinfaustgröße rechts, bis zur Medianen reichend, klar zur Darstellung. Daneben ist, vor allem im Frontalbild rechts, eine verstärkte Anfärbung der Kalottenfigur und im Parietalbild rechts eine deutlich disseminierte Impulsaussaat im "Hemisphärenraum" erkennbar, das einem massiven Oedem in

diesem Bereich und der eitrigen Meningitis zugeschrieben werden kann.

Das zweite Foto (II) weist den selben Tumorbefund bei bewußt verstärktem Background-Cutoff zur härteren Darstellung des ersteren aus, und zwar zum Vergleich mit dem 2o3-Hg-Szintigramm, welches als Foto III abgebildet ist. Um den Tumor in deutlicher Konturierung zum Hirnraum hin zu erhalten, wurde das Maximum über dem Herd eingestellt, und nicht, wie üblich, über dem Sinus sagittalis superior. Es erscheint so keine Kalottenfigur wie im 99m-Tc-Scan, die im II. Foto aus Gründen der Einstellung des Maximums in üblicher Weise sich deutlich abzeichnet. Sogar der Sinus transversus stellte sich deutlich dar. In bezug auf die Tumoranfärbung und dessen Formation und Lageinterpretation kann, wie sichtbar gemacht, dem 2o3-Hg-Szintigramm kein Vorzug gegeben werden.

Foto III zu Fall 7: Der gleiche Befund mit 2o3-Hg Chlormerodrin

Fall 8: Z.M., 6o-jähriger Patient

Zur Anamnese: Bei dem Patienten waren Hustenanfälle mit Synkopen seit einiger Zeit bekannt. Ein solcher Anfall mit ungefähr fünfminütiger Bewußtlosigkeit und Zyanose führte zur stationären Aufnahme. Nach Wiedererlangen des Bewußtseins wurde eine Hämoptoe beobachtet. In der Folgezeit bestand ein deutlicher Verwirrungszustand und schließlich Somnolenz. Mit dem vollständigen Aufklaren klagte der Patient über Drehschwindel beim Aufrichten. Daneben wurde eine massive Rumpfataxie und aufgehobene Pallaesthesie an beiden Beinen beobachtet.

Neurologie ZNS: Homonyme Hemianopsie links, periphere Facialislähmung links, physiologische Arm- und Beinreflexe nicht auslösbar. Fragliche Ataxie des linken Beins. Kein Hinweis auf eine Pyramidenbahnläsion.
Rö-Sella-Spezialaufnahme: Hochgradige Demineralisation des Dorsum sellae. Die Sella kam insgesamt "ausgewalzt" zur Darstellung.
Hirndurchblutung mit Radioxenon rechts: Sie war um ca. 15 % vermehrt, nur frontobasal um 25 - 3o % erniedrigt.
Carotisangiogramm rechts: Minimale Abdrängung der Hirngefäße von der Schädelkalotte, in erster Linie für ein subdurales Hämatom oder eine Pachymeningiosis haemorrhagica sprechend. (Im Carotisangiogramm links fand sich kein pathologischer Befund.) Im rechtsseitigen Carotisangiogramm mit Drehung der Sagittalen Achse um 15 Grad nach links konnte deutlich eine Gefäßverlagerung im venösen und arteriellen Kapillärbereich mit schalenförmiger Hämatombildung und Abdrängung von der Calotte, eine Ausziehung der Inselgefäße und Basalverlagerung der A. cerebri media mit Fernzeichen an der A. cerebri anterior konstatiert werden. Auch fand

sich eine nur sehr gering angefüllte A. pericallosa, callosum marginalis und frontopolaris.
Pneumencephalogramm: Dringender Verdacht auf Arachnitis optico-chiasmatica.
EEG-Kontrolle: Mittelgradig allgemeinverändert mit Abflachung links temporal und Herdbefund rechts temporal. Bei weiterer EEG-Kontrolle zeigte sich eine deutliche Befundbesserung ohne Hinweis mehr auf eine Encephalopathie.
Ophthalmologische Untersuchung: Maculadegeneration links bei Abduktionsstellung des linken Bulbus.
Im Liquor fanden sich 6/3 Zellen und massenhaft Erythrozyten. Pandy-Reaktion: Opal. Kafka: 36,o mg%, Zucker 116 mg%.

Klinische Enddiagnose: Pachymeningiosis haemorrhagica interna mit konsekutiver Arachnitis optico-chiasmatica, Hustensynkopen, aktive Leberzirrhose und Diabetes mellitus.

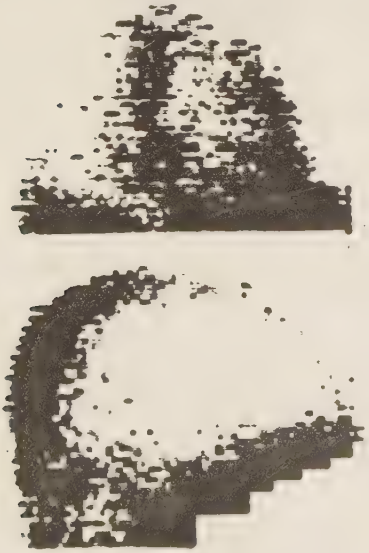


Foto I zu Fall 8:
99m-Tc

HSZ: (I) ++++, massive, schalenförmige Impulsanreicherung rechts occipital und parietooccipital, für Blutung und Hirnoedem sprechend. Das obere Foto zeigt die occipito-frontale Ansicht mit Drehung des Schädels um etwa 1o - 15 Grad nach rechts. Durch die Projektion in einer an die Sagittale angenäherte Achse erweist sich das Impulsbild hier dichter als auf der Parietalaufnahme, in der die Anfärbungsdichte nach frontal zu sich schnell abflacht und verschwindet. Schon A l l e n und al. (2) berichten, allerdings in Untersuchungen mit 2o3-Hg und 197-Hg, es sei lohnend zu bemerken, daß ein subdurales Hämatom sich in der lateralen Projektion oft nicht fokal, sondern als ziemlich diffuse Anreicherung darstellt, die aber in der anterioren oder posterioren Projektion klar sichtbar wird. Es ist, was diesen Sachverhalt anbetrifft, kein Grund zu sehen, warum dies im Technetiumszintigramm grundsätzlich anders sein sollte. Das Foto könnte als eine Demonstration dessen gewertet werden.

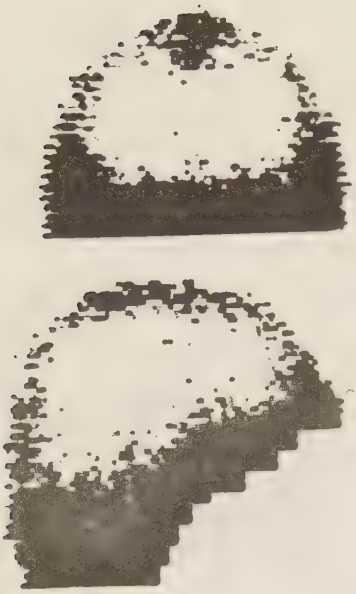


Foto II zu Fall 8: 99m-Tc

HSZ: (II) Nach Besserung des klinischen Bildes: (+), allgemeine, für ein Oedem sprechende, flache Impulsanreicherung, aber kein erkennbarer Herd, Das obere Foto zeigt hier die Frontalprojektion, in der man die stärkere Impulsdichte rechts noch erkennt.

Fall 9: G.A., 53-jähriger Patient

Zur Anamnese: Der Patient kam als Notfall zur stationären Aufnahme. Es bestand eine rechtsseitige Hemiplegie, motorische Aphasie und eine armbetonte Hemiparese rechts. Im Verlauf des stationären Aufenthalts bildeten sich die motorische Aphasie, Agraphie, Alexie und Akalkulie weitgehend zurück (siehe auch unten!)
Neurologische Zeichen kurz nach stationärer Aufnahme: Zentrale Facialisparese rechts. Die Zunge konnte nur mühsam herausgestreckt werden. Eine Bewegung letzterer nach rechts und links war nicht möglich, ebenso der Blick nach rechts. Komplette motorische Parese der rechten unteren und oberen Extremität. Reflexe lebhaft. BHR rechts negativ. Die Muskulatur der rechten Seite war hypertonisch, daneben bestand motorische Aphasie, Agraphie, Akalkulie und Alexie.
Im Angiogramm der Arteria Carotis communis links war ein Verschluß der a. cerebri media 1 cm nach der intracerebralen Aufzweigung der a. carotis interna nachweisbar. Eine partielle Kollateralversorgung bestand über die a. ophthalmica. Da nur eine spärliche Gefäßversorgung im Mediagebiet feststellbar war, konnte der Ophthalmicakreislauf als sicher insuffizient angesehen werden. Eine ausgespannte Anteriorkontur ließ außerdem auf eine Hirndrucksteigerung schließen.

Klinische Diagnose: Hemiparese rechts bei Mediaverschluß links.

Hirnszintigramm mit Technetium: ++++ Parieto-occipital links zeigt sich ein walnußgroßer tumortypischer Herd. Daneben besteht eine supraselläre, rechts und parasagittal der vorigen liegende, flache, für eine Blutung sprechende Herdbildung.

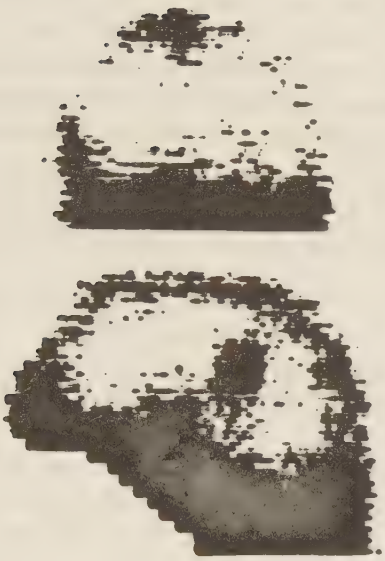


Foto zu Fall 9: 99m-Tc

Das Szintigramm wurde im Zeitraum unter einer Woche nach dem akuten Auftreten der neurologischen Symptome aufgenommen. A l l e n und al.(2), G l a s g o w und al.(46), sowie M o r r i s o n und Mitarbeiter (1o2) berichten über radioaktive Kontamination bei 2o3-Hg und 197-Hg bei C.V.A. (Cerebro-Vascular-Accident) und geben Trefferquoten von 41 %, global gesehen in einem Zeitraum von 3 Tagen bis zu einigen Jahren nach dem Infarktgeschehen (46) an. Die Spitze der Treffer liegt nach Angabe von G l a s g o w (46) bei 72 % während der dritten Woche nach Eintritt der neurologischen Symptome, bei M o r r i s o n in der Größenordnung von 48 % innerhalb

der ersten vier Wochen. Es wird auch betont, daß in vielen Fällen das einen Infarkt ausweisende Szintigramm sich nicht von dem eines Tumors unterscheidet, obwohl Infarkte dahin tendieren, eine mehr irreguläre Impulsverteilung im Läsionsgebiet zu zeigen, während Tumoren doch mehr regelmäßig und in ihrer Begrenzung abgerundet sich anfärben.

Die angeführten Charakteristika konnten ebenfalls für das Technetiumszintigramm in den Prinzipien bestätigt werden. Das Scan bzw. die Fotos von Fall 9 sind dafür ein Beispiel.

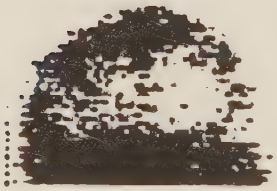
Fall 1o: L.F., 6o-jähriger Patient

Zur Anamnese: Der Patient erkrankte einige Tage vor der stationären Aufnahme an einer akuten Hemiparese links mit Bewußtseinsverlust. Wochen vorher schon klagte er über Kopfschmerzen.
Neurologie: Schlaffe Parese rechts, Facialisparese, leichte bulbäre Symptome, keine Hirndruckzeichen, keine Stauungspapille.
Carotisangiogramm rechts: Tischtennisballgroßer unreifer Tumor im fronto-temporalen Abschnitt rechts. Massenverlagerung mit Mediakompression. - Bei Kontrolle: Ausschließlich über die A. Carotis interna rechts versorgte Gewebsvermehrung von etwa Hühnereigröße im Fronto-parietal-Bereich rechts mit nur spärlicher tumoreigener Gefäßversorgung, aber bestehenden arterio-venösen Shunts.
Hirndurchblutung über die A. Carotis rechts: Frontal ist die CBF um ca. 3o % reduziert, parietal um ca. 2o %. -
Todesursache: Der Patient verstarb am Versagen der zentralen Regulation und an rezidivierenden Lungenembolien.
Pathologie: Astrozytom III.Grades parieto-occipital rechts. Es fanden sich anatomische Zeichen des Hirndrucks, daneben eine schlaffe Dilatation des rechten Herzventrikels.

Hirnszintigramm mit Technetium: ++++. Es liegt eine Impulsvermehrung von Tomatengröße im occipito-parietalen Bereich rechts vor, die für einen Tumor spricht. Daneben rechts Hirnoedem und Blutungsherde nach dem Impulsbild zu urteilen.

Der Befund kann am Foto vor allem in der Frontalansicht leicht abgelesen werden. Nicht ganz typisch ist der

Sitz des Tumors nach dem Pathologiebefund. Deutlich ist die diffuse Impulsanreicherung - entsprechend einem Hirnoedem - in der Frontal- sowie auch in der Parietalansicht erkennbar. Da der Tumor keine scharfe Begrenzung aufweist, kann in diesem Spezialfall eine abgerundete Kontur zur Umgebung, zumal mit der Überschneidung durch das Oedem, nicht erwartet werden.



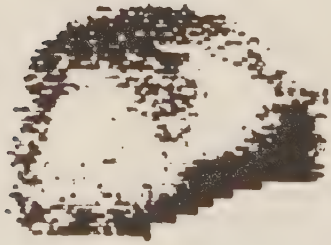


Foto zu Fall 1o: 99m-Tc

Fall 11: M.J., 57-jähriger Patient

Schon mehrmals befand sich der Patient wegen des Verdachts auf einen intracraniellen Tumor in ärztlicher Behandlung.

Zur Klinik: Bei Aufnahme bestand bei dem Patienten eine fast komplette motorische Aphasie mit nur noch geringen Sprachresten. Der übrige neurologische Befund ließ praktisch keine Pathologie erkennen. Es war keine Parese objektivierbar.

Neurologischer Befund: Motorische Aphasie. Keine pathologischen Reflexe. FNV und KHV sicher. Im Rombergversuch keine Unsicherheit erkennbar. Gangbild und Blindgang unauffällig. Euchiadochokinese. Die Berührungsempfindlichkeit erschien am rechten Bein gegenüber dem linken herabgesetzt.

Später stellte sich eine geringgradige Hemiparese rechts ein; gleichlaufend klagte der Patient über linksseitige Kopfschmerzen. Spontan ließ die motorische Aphasie etwas nach, welche sich nach Bestrahlung des schon bekannten Herdes fast vollständig zurück entwickelte. Der Zustand des Patienten verschlechterte sich jedoch rasch. Er klagte über starke Kopfschmerzen im gesamten Schädel; daneben war wieder eine deutliche Progredienz der motorischen Aphasie zu beobachten, außerdem eine progrediente Hemiparese rechts und eine klassische homonyme Hemianopsie.

EEG: In Ruhe ziemlich unregelmäßig mit 9-1o c/s Grundtätigkeit und deutlicher Betaüberlagerung. Reichlich diffuse Thetafrequenzen. Über der Temporal- bis Zentralregion fand sich eine Überlagerung mit polymorphen Delta- bis Subdeltafrequenzen von flacher Amplitude. Keine Reaktion beim Augenöffnen.

Ergebnis: Herdbefund links temporal bis zentral in einem nur wenig allgemeinveränderten EEG.

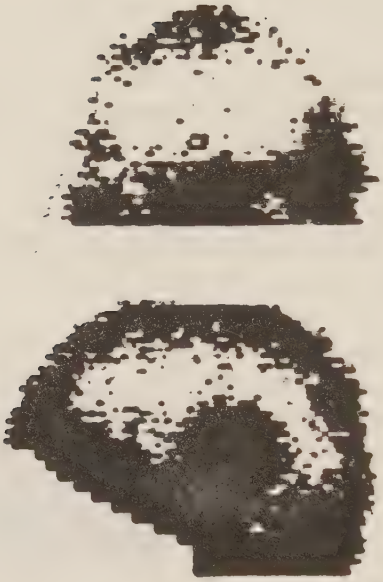


Foto I zu Fall 11: 99m-Tc

Technetium-Hirnszintigramm:

I. Reichlich mandarinengroße, tumortypische Herdbildung temporo-parietal links. Möglicherweise ein zusätzlicher Herd fronto-basal und parasagittal links.

II. Kontrolle nach einigen Tagen (im Zustand der zurückgegangenen motorischen Aphasie): Leichte Größenminderung des Kernschattens im Tumorbereich (Ein Rückgang des perifokalen Oedems konnte unter der klinischen Therapie ange-

nommen werden; daneben muß aber auch ein im Kontrollszintigramm zur kontrastreicheren Darstellung etwas vermehrter Background Cutoff in die Beurteilung mit einbezogen sein).

Der Patient kam durch Versagen der zentralen Regulation ad exitum.

Pathologie: Glioblastoma multiforme Grad IV. links temporal. Der Tumor reichte bereits bis in die Nähe der Stammganglien und wäre durch den Lagebefund inoperabel gewesen.

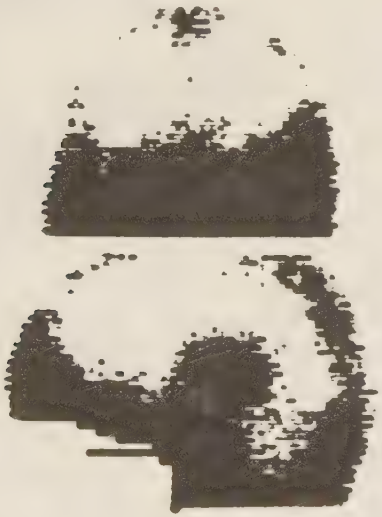


Foto II zu Fall 11: Kontrolle

Fall 12: K.D., 75-jährige Patientin

Zur Anamnese: Die Patientin hatte einen Sturz mit resultierender Commotio cerebri erlitten. Sie klagte nach dem Unfall über starkes Schwindelgefühl, über massive, rechts frontal lokalisierte Kopfschmerzen und Schmerzen im Bereich der gesamten rechten Körperhälfte (nach der klinischen Diagnose vermutlich Prellungen).
Röntgenaufnahmen des Schädels: Kein pathologischer Befund zu erheben.
Neurologischer Befund: Psychisch etwas abgebaute Patientin, mit deutlicher Reduzierung der Merk- und Konzentrationsfähigkeit. Sehr lebhafte physiologische Reflexe. Mayer-Reflex beidseits angedeutet positiv. Babinski rechts fraglich positiv. Sensorium ohne pathologischen Befund. BHR in allen vier Quadranten schwach. Koordination: FNV beidseits unsicher. Diadochokinese beidseits. Beim Romberg-Versuch bestand geringe Fallneigung nach rechts. Gang sehr unsicher.
Deutliche Klopfempfindlichkeit über der rechten Stirn.
Echoencephalogramm: Kein pathologischer Befund nachweisbar.
EEG: Leicht allgemeinverändert ohne Herdnachweis.
Klinische Diagnose: Postcommotionelles Syndrom bei Cerebralsklerose. Hypertonie. Leberzirrhose. Zustand nach beidseitiger Mammaablatio wegen Mamma-Ca. ohne erkennbare Rezidivierung oder Metastasierung.

Technetium-Hirnszintigramm: ++++. Auf Blutung hinweisende Herdbildung in der mittleren Schädelgrube rechts lateral und fronto-temporal.

Der in der Parietalaufnahme halbkugelige Herd basal

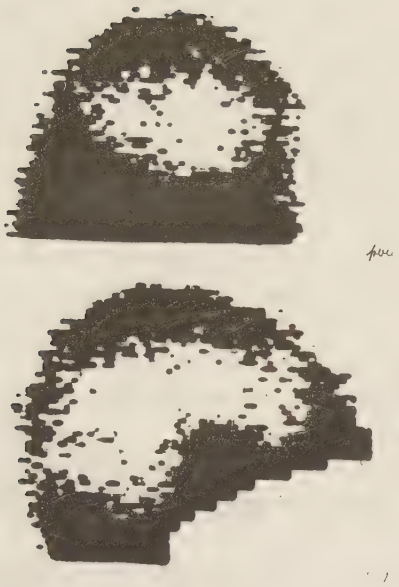


Foto zu Fall 12: 99m-Tc

imprimiert zunächst wie ein Tumor, doch weisen die diffusen Auszipfelungen und Anreicherungen in der Peripherie der Herdbildung mehr auf eine Blutung hin. Deutlich wird der Sachverhalt in der Frontalansicht, in welcher sich die Impulsvermehrung recht blutungstypisch von der rechten Basis aus nach lateral und bogig cranialwärts sich ebenfalls mit diffuser Umgebung und Randzone hinzieht.

Fall 13: S.K., 33-jähriger Patient

Zur Anamnese: 1949 bemerkte der Patient erstmals einen Rückgang des Körperwachstums, eine allgemeine Leistungsschwäche und ziehende Kreuzschmerzen. 1952 erfolgte rechts die Adrenalektomie wegen Morbus Cushing und 1965 fand die Operation eines Keilbeinmeningeoms über dem rechten Auge statt, dessen Rezidiv 1966 angiographisch festgestellt werden konnte. Nach Gammabestrahlung war 1967 der Rückgang eines rechtsseitigen Exophthalmus zu vermerken. Der Patient kam zur Befundkontrolle zur stationären Aufnahme.
Zur Neurologie: Außer starker Druckschmerzhaftigkeit über dem NAP rechts supraorbital und einer Protrusio bulbi fand sich nichts pathologisches.
Röntgenaufnahmen des Schädels: Zustand nach Operation im Bereich des rechten Fronto-Parietal-Abschnittes mit rarefizierten Felsenbeinspitzen. Massiv ausgeweitete Sella und filzige Struktur im Frontalabschnitt mit starkem Verdacht auf eine ossäre Erkrankung. - In der Stenversaufnahme beidseits zeigte die Felsenbeinspitze links im terminalen Anteil einen Befund, der einer Resektion derselben entsprach.

Sella-Spezialaufnahme: Doppelkonturierung im Bereich des Sellabodens bei insgesamt über die Norm großer Sella und alter, postoperativer Trepanationsbefund.
Klinische Diagnose: Keilbeinmeningeom rechts. Verdacht auf Hypophysentumor. Zustand nach Adrenalektomie rechts bei Morbus Cushing.

Hirnszintigramm mit Technetium: ++++. Frontoparietal rechts ein großflächiger Herd. Auch über der Hypophyse findet sich eine ca. kirschgroße Impulsanreicherung.

Nachdem bekannt ist, daß ein Kontrollszintigramm nach

Schädeltrepanation und Totalentfernung eines Tumors allgemein drei Monate nach dem Eingriff nicht mehr positiv ist, bzw. daß eine tumortypische Aktivitätsanreicherung nicht mehr erwartet werden darf, und da bei dem vorgestellten Patienten die Operation des Tumors schon weit länger als drei Monate vor Aufnahme des Szintigramms zurücklag, kann die oben beschriebene Impulsanreicherung als Beweis des schon bekannten Rezidivs angesehen werden.

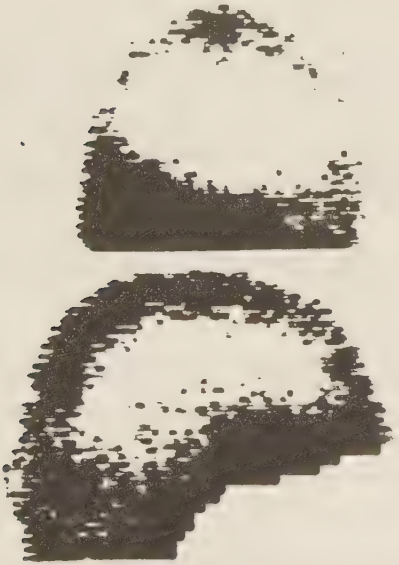


Foto zu Fall 13:
99m-Tc

Postoperative Kontrollen durch ein Hirnszintigramm informieren über die Radikalität des Eingriffs und das mögliche Auftreten von Rezidiven.

Man kann in den ersten Wochen nach einer Hirnoperation eine Aktivitätsspeicherung durch das entstandene Hirnoedem erwarten, die etwa drei Monate nach Entfernung des Tumors praktisch nicht mehr zu registrieren ist. Man muß jedoch feststellen, daß die Differenzierung eines postoperativen Oedems von Resttumoren oder Rezidiven besonders schwierig werden kann, und daß in solchen Fällen der klinische Befund und andere Methoden den Verdacht sichern oder entkräften helfen müssen. - Die Frage einer möglichen Impulsanreicherung im Gebiet einer Glianarbe (Astroglia) ist im Abschnitt über das Problem des Anreicherungsmodus kurz angedeutet. - Zu der Frage des Effekts einer Craniotomie auf das Hirnszintigramm berichten V a n V l i e t und al. (138), daß bei Patienten ohne Tumorrezidiv 79 Tage nach der Craniotomie keine abnorme Aktivitätsanreicherung mehr feststellbar gewesen sei.

Fall 14: S.P., 94-jähriger Patient

Zur Anamnese: Der Patient kam wegen rasch aufgetretener neurologischer Veränderungen zur stationären Aufnahme.
Zur Neurologie: Rechts aufgehobenes Gehör, links Gehör vorhanden, jedoch sensorische und motorische Aphasie. Herausstrecken der Zunge unmöglich. Armreflexe rechts lebhaft. Insgesamt vermehrter Muskeltonus. BDR negativ, PSR beidseits lebhaft mit gekreuztem Adduktorenreflex. Babinski- und Gordonreflex rechts positiv. Cornealreflex rechts deutlich vermindert.
Hirndurchblutung über die A. Carotis interna links: Frontal und parietal fand sich vorwiegend in der grauen Substanz eine CBF-Reduktion von ca. 5o % (gemessen mit Radioxenon). Entsprechend konnte im linksseitigen Carotisangiogramm temporo-parietal ein ungefähr apfelgroßer Tumor nachgewiesen werden.
Klinische Diagnose: Inoperabler Hirntumor links. Auf Grund der raschen Symptomfolge wahrscheinlich ein Glioblastom.

Hirnszintigramm mit 99m-Technetium (Foto I):

In Übereinstimmung mit dem angiographischen Befund weist vor allem die Parietalaufnahme den Tumor deutlich aus. Daneben besteht mit großer Wahrscheinlichkeit ein Hirnödem (diffuses Impulsbild im Hemisphaerenraum).

Hirnszintigramm mit 2o3-Hg Chlormerodrin (Foto II):

Ganz klar zeigt sich dieses Szintigramm im Vergleich zum vorigen unterlegen. Die genaue Abgrenzung des Tumors ist durch die massive Überlagerung diffuser Aktivitätsvermehrung aus dem Hemisphaerenraum nicht möglich. Die im Technetiumszintigramm sehr deutlich abgezeichnete Kalottenfigur fehlt

hier praktisch. Auf eine Einstellung der Impulsrate über dem Tumorbereich als Maximum und Kontrastierung des Herdes durch großen Background-Cutoff und kleines Range Differential wurde verzichtet.

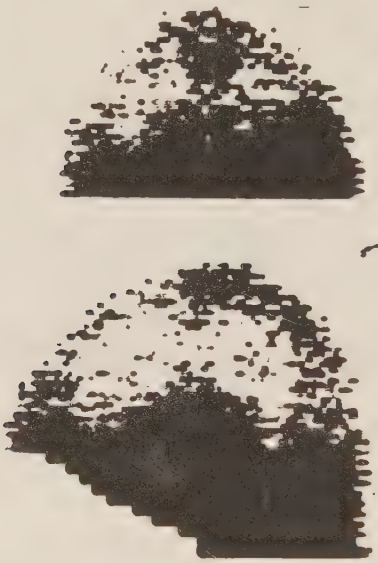


Foto I zu Fall 14:
99m-Tc

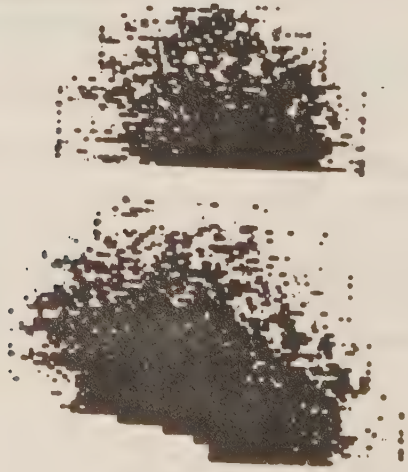


Foto II zu Fall 14:
2o3-Hg Chlormerodrin

Fall 15: G.B., 22-jähriger Patient

Zur Anamnese: Der Patient geriet mit dem Kopf in einen anlaufenden Flugzeugpropeller. Durch das Schädeltrauma resultierte sofortige Bewußtlosigkeit mit schwerem Schockzustand.
Neurologischer Befund: Die rechte Pupille reagierte nicht auf Licht und Convergenz. Es bestand völlige Amaurose bei fehlender Bulbusmotorik mit erheblicher Protrusio Bulbi. Romberg negativ. Keine Paresen. Anaesthesie und Analgesie im Bereich von N. V_1 - V_3 rechts.
Rö.Schädel in 3 Ebenen: Traumatische Schädigung, die vorwiegend den rechten Frontalschädel traf. Frakturierung der Frontalschuppe, des Supra- und Infraorbitalbogens und des Os zygomaticum (occipital lag die traumatische Schädigung mehr in der Medianlinie an der Occipitalschuppe und im Bereich des rechten Orbitaltrichters.) Blutung? Beginnende Sklerosierung?

Hirnszintigramm mit 99m-Technetium: ++++. Massive Impulsanreicherung frontal rechts und fronto-temporal rechts. Narbe oder Blutung. Geringe Impulsvermehrung in der hinteren Schädelgrube rechts. - Nach Kenntnis der Anamnese ist ein Kontusionsherd mit Blutung nicht von der Hand zu weisen.

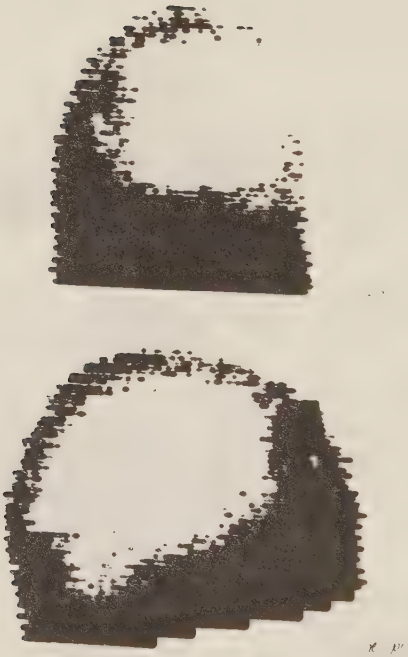


Foto zu Fall 15: 99m-Tc

Fall 16: S.P., 24-jähriger Patient

Zur Anamnese: Der Patient kam nachts zur Aufnahme, da er plötzlich und ohne innerliche Prodromie an krampfartigen Schmerzen und einem Pelzigkeitsgefühl im rechten Arm und Bein erkrankte. Zunächst gingen die Beschwerden durch Massage etwas zurück. Klage über linksseitige Kopfschmerzen.
Der Aufnahmebefund zeigte eine glatte rechtsseitige Hemiparese, abgeschwächte Muskeleigenreflexe, negative BHR und einen rechtsseitig positiven Babinski. Die Pupille war rechts größer als links und reagierte rechts langsamer und weniger ausgiebig auf Licht und Naheinstellung. In den folgenden 4 Tagen des klinischen Aufenthalts entwickelte sich eine zunehmende rechtsseitige Parese und motorische Aphasie. Am 5. Tag eine sensorische Aphasie.

Beim VHA und VHB war eine deutliche Absinktendenz und eine Reduktion der groben Kraft in beiden rechtsseitigen Extremitäten zu beobachten. Die spastische Hemiparese verursachte einen hinkenden Gang. Im Gegensatz zum Aufnahmebefund konnten nach einigen Tagen die Arm- und Beinreflexe links lebhaft und rechts deutlich gesteigert ausgelöst werden.
Das EEG erbrachte schwere Anomalien über der gesamten linken Hemisphäre bei rechtsseitig normalem Kurvenbild.
Bei der Hirndurchblutung über die A. Carotis links erwies sich die CBF relativ um 25-5o % reduziert, vor allem basal; die graue Substanz zeigte eine mittelgradige Reduzierung (gemessen mit Radioxenon).

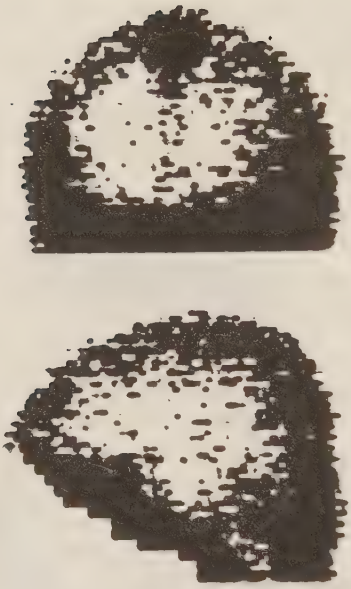


Foto zu Fall 16: 99m-Tc

Hirnszintigramm mit 99m-Technetium: ++. Links fronto-temporal sieht man eine flache Impulsvermehrung im Basisbereich, mehr lateral. Sie spricht weniger für einen Tumor, als für Narbenbildung, Blutung und Oedem.

Klinische Diagnose: Grippeencephalitis mit anikterischer Virushepatitis.

Fall 17: D.M., 57-jährige Patientin

Zur Anamnese: Die Patientin klagte seit Ende 1967 über anfallsweise auftretende stechende Schmerzen und Taubheitsgefühl in der linken Gesichtshälfte, starke Dyspnoe, über Beinödeme und ein sehr schmerzhaftes Hüftgelenk links.

Bei der stationären Aufnahme konnte ein mit größter Wahrscheinlichkeit metastasierendes Mammakarzinom links festgestellt werden.

Befunde:

Rö.Schädel in 2 Ebenen: Es fanden sich massive, teils fleckige, teils streifige, teils wurmstichartige Metastasierungsherde im Bereich der Schädelbasis, solche von großflächiger Art in der Schädelkalotte, vor allem links. Daneben bestand ein erheblicher Befall der Mandibula und der HWS. Eine derartig rapide Progredienz, wie sie bei der Patientin vorlag, wurde als ausgesprochen selten bezeichnet.

Zur Neurologie konnte festgestellt werden: Gehör beidseits reduziert, NAP von V_1 beidseits druckschmerzhaft. Keine Facialisausfälle. Sensorium im N. V aufgehoben (Hypaesthesie des gesamten Trigeminusbereiches), Quadrantenausfall temporal links unten. Abgeschwächter Cornealreflex links, Anosmie: Störung des Geschmacks für salzig und sauer auf der linken Zungenhälfte. Kraft des linken Augenlidschlusses im Vergleich zu rechts deutlich vermindert.

Es entwickelte sich eine linksseitige mimische Facialisparese.

Im EEG: fand man zunächst keinen Herdnachweis oder einen Hinweis auf eine Encephalopathie. Nach ca. 14 Tagen zeigte sich das Kontroll-EEG jedoch mittelgradig allgemeinverändert.

Hirnszintigramm mit 99m-Technetium und 2o3-Hg Chlormerodrin: Es findet sich eine massive, fleckige Impulsvermehrung im Bereich der Schädelbasis und der -kalotte links, die für Tumorbildungen bzw. für eine multiple Metastasierung spricht. Daneben besteht ein massives Oedem links.

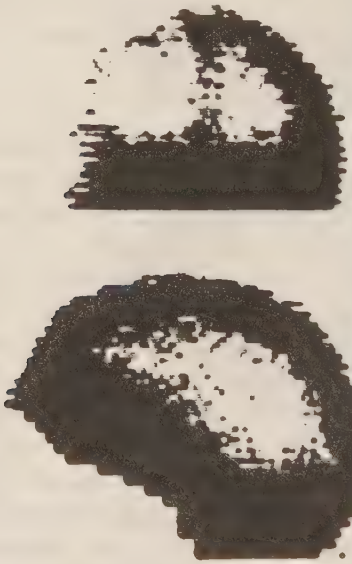


Foto I zu Fall 17:
99m-Tc (a-p und links parietal)

Foto II zu Fall 17:
Rechts parietal

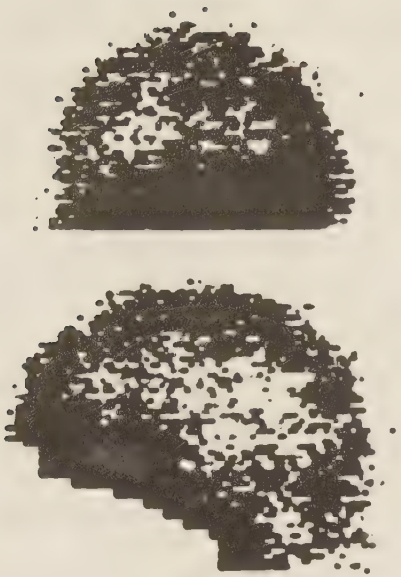


Foto III zu Fall 17:
2o3-Hg Chlormerodrin (a-p
und links parietal)

Die Fotos I und II zeigen den Befund mit 99m-Technetium, Foto II den Befund mit 2o3-Hg Chlormerodrin. Hier zeigt sich, daß 2o3-Hg den Unterschied zwischen rechts und links in diesem Fall - trotz gleicher Sorgfalt bei der Aufnahme des Szintigramms - nicht so deutlich in Erscheinung treten ließ wie Technetium.

2.6 Diskussion

2.6.1 Das Problem der pathologischen Anreicherung einer radioaktiven Substanz im Hirngewebe

In der Darstellung des normalen Hirnszintigramms mit 2o3-Hg Chlormerodrin ist auf Seite 87 beispielhaft der Befund einer pathologischen Impulsanreicherung für ein Meningeom abgebildet.

Wie kommt es aber nun zu einer Speicherung des radioaktiven Materials im Hirnläsionsbezirk, so daß das Szintigramm diesen Bereich in Form eines "heißen Flecks" - und so abgrenzbar gegenüber der praktisch nicht angefärbten normalen Hirnstruktur wiedergibt?

Als Denkprinzip und als biologische Grundlage für diesen Vorgang steht im Vordergrund der Diskussion die Störung bzw. Nichtexistenz der Blut-Hirnschranke, deren Erforschung, was Funktionsweise, Lokalisation und Struktur anbetrifft, bis heute den Grund für umfangreiche Studien darstellt.

Die Prägung des Begriffs Blut-Hirnschranke basiert ja auf der Beobachtung, daß für eine große Anzahl von Substanzen der Übertritt vom Blut ins Zentralnervensystem - im Vergleich mit deren Passage in anderen Körperorganen - nur langsam oder praktisch nicht stattfindet. So besteht schon normalerweise eine Blut-Hirnschranke für die im Hirnstoffwechsel so eminent wichtige Glukose, die ihren Ausdruck in einem Konzentrationsgefälle vom Plasma zum Hirngewebe findet, wobei der Glukosegehalt im Hirngewebe 5o - 1oo % niedriger sein kann als im Blut (G o t t s t e i n u.al. (5o)).

Die Fähigkeit verschiedener, für das Gehirn unphysiologischer Substanzen, diese Schranke zu penetrieren, scheint in Beziehung mit ihrer Molekulargröße und elektrischen Ladung zu stehen (42).

M o o r e (98,99), der 1948 als erster über die Vitalanfärbung pathologisch veränderter Hirnbezirke mit J-131-Di-Jodo-Fluorescein und deren extrakraniellem Nachweis berichtete, nahm speziell für die Hirntumorgefäße ein Fehlen des Schrankenmechanismus an, den man einem besonderen Permeabilitätsverhalten des Endothels und seiner Basalmembran zuschrieb.

So gesehen bewegte sich das Eindringungsvermögen der radioaktiv markierten Albuminmoleküle im Blut in direkter Beziehung zum gefäßarchitektonischen und histopathologischen Verhalten der Läsionsstelle.

Bei zell- und gefäßarmen Tumoren, z.B. bei Astrozytomen I. und II. Grades oder verkalkenden Oligodendrogliomen ausschließlich der zystisch oder nekrotisch veränderten, läge folglich, wie man sich vorstellen konnte, die Rate der Anreicherung bzw. der Anreicherungsquotient Tumor: Hirngewebe niedriger als bei zellreichen und proliferativen Geschwülsten mit starker Gefäßneubildung, wie z.B. bei reifen Meningeomen, Glioblastomen III. und IV.Grades. Tatsächlich erhielt man Befunde, welche diese Vorstellung zu unterstützen schienen.

Für 2o3-Hg Chlormerodrin bewegen sich nach W e n d e (144) in der Literatur die Anreicherungsquotienten zwischen 3 : 1 und 3o : 1, für 99m-Technetium liegen sie zwischen 3 : 1 und 22 : 1 nach M a t t h e w s und al. (84). Manche Autoren diskutierten in der Folgezeit eine mehr oder minder starke chemische Einbeziehung der Isotopverbindungen in den Tumorstoffwechsel. Diese Hypothese konnte jedoch speziell für 2o3-Hg Chlormerodrin zunächst nicht und für 99m-Technetium noch nicht bestätigt werden. Zumindest fand sich bei der Literatursuche für den Fall des Technetiums keine Bestätigung der Hypothese.

Nun haben neuere Untersuchungen die Rolle der Zellen im Läsionsbezirk selbst, speziell diejenige der Tumorzellen bei einer Anreicherung mit radioaktivem Material aufzuzeigen versucht.

So konnten am Modell mit Aszitestumorzellen und Gliomzellen G e r h a r d und M u n d i n g e r (44) 6- 15% der applizierten Menge von 2o3-Hg Neohydrin und anderen Isotopen intrazellulär nachweisen. Damit in vivo eine solche Inkorporierung vor sich gehen kann, wurde das Vorhandensein einer hochgradigen Permeabilität der Kapillarschranke im Hirntumor und im perifokalen Ödem für Metallionen und markierte Makromoleküle nicht angezweifelt. Die Untersucher konnten zeigen, daß bei der intrazellulären Anreicherung die verwendeten Isotope sich stoffwechselabhängig und voneinander verschieden verhalten. Die Aufnahme von 2o3-Hg Neohydrin war z.B. durch Sulfhydrilblocker fast vollständig unterdrückbar. Von einer Einbeziehung in den Stoffwechsel konnte hierbei im Falle des Neohydrins noch nicht gesprochen werden. Lediglich bei 64-Cu war eine Beteiligung energieverbrauchender aktiver Prozesse bei der Inkorporation des Isotops in die Tumorzellen nachweisbar.

Im Zusammenhang mit der Fragestellung konnten z.B. J a c k s o n und al.(68,69) an zwei histologisch gesicherten und verschiedenen menschlichen Astrozytomen die Plazierung von 2o3-Hg auf und innerhalb der neoplastischen Zellen beobachten. Eine ähnliche zelluläre Lokalisation konnten sie im Falle eines nichtmalignen, intrakraniellen Meningeoms und im Falle der Hirnmetastase eines mukösen, anaplastischen, epidermoiden Karzinoms der Lunge nachweisen. Interessanterweise zeigte sich in letzterem Tumor, daß die größte Konzentration des radioaktiven Materials in der Peripherie des Neoplasmas lag.

Die Verfasser vertraten auf Grund ihrer Ergebnisse die Ansicht, daß im Hinblick auf die Anreicherung radioaktiven Quecksilbers auf einen gemeinsamen Mechanismus diesbezüglich geschlossen werden könne und daß dies eine fundamentale biochemische Eigenschaft der neoplastischen Zellen widerspiegele.

Die Bedeutung ihrer Ergebnisse können - was die Auswahl von Nukliden zur Hirnszintigraphie anbetrifft - von unmittelbarer Wichtigkeit sein. Sie schreiben selbst, daß es von großem Interesse sei, die zelluläre Lokalisation von 99m-Technetium in menschlichen Hirntumoren zu determinieren und sie vertreten die Meinung, daß die Probleme, die dieser Sachlage anhaften, es höchst unwahrscheinlich machen, daß solche Ergebnisse sehr bald verfügbar sein werden.

Bei der Suche nach Literaturstellen, in denen über die Hirnszintigraphie mit 99m-Technetium berichtet wird, fanden sich keine Angaben über einen diesbezüglichen oder ähnlichen Anreicherungsmodus für dieses Nuklid. Es wurde lediglich das Konzept der gestörten oder fehlenden Blut-Hirnschranke als Erklärung herangezogen.

Über gewisse Aufschlüsse und topographische und funktionelle Charakteristika der Blut-Hirnschranke sei auf elektronenmikroskopische Beobachtungen hingewiesen (H a g e r , 54).

Über die Grenzstrukturen im Bereich der Hirnkapillaren sei dazu bemerkt: Die Endothelien der Hirnkapillaren stellen sich als dünne, porenlose Platten dar. An den Basalmembranen finden sich ebenfalls keine Poren oder sonstige Unterbrechungen, aber ihre Breite übertrifft diejenige an größeren Gefäßen. Unmittelbar anliegend erscheint die Basalmembran des perikapillären Neuropils (lediglich in der Neurohypophyse mit dem Nucleus supraopticus, den Nuclei paraventriculares, der Area postrema und dem Tuberculum intercolumnare bestehen perikapilläre Spalträume). Zwischen den Verlötungen der beiden Basalmembranen lagern fortsatzreiche Perizyten, welche ca. 5o % der Kapillaroberfläche bedecken, deren Funktion jedoch noch unzureichend geklärt zu sein scheint. Die Basalmembran bildet also an den perizytenfreien Abschnitten eine Grenzstruktur zwischen den ihr direkt anliegenden Zellmembranen des perikapillären Neuropils, deren

Endfüße nach M a y n a r d und al.(86) ca. 8o % der Gefäßoberfläche bedecken und dem Endothel. Die Dicke beträgt beim Erwachsenen ca. 1ooo Å und es scheint, daß die Basalmembransubstanzen die ungehinderte Diffusion kleinmolekularer, wassergelöster Stoffe zulassen, jedoch Partikel von kolloidaler Größe zurückhalten können.

Es kann so angenommen werden, daß an Albumin gebundenes, radioaktives Material, wie es bei 2o3-Hg Chlormerodrin und 99m-Technetium-Pertechnetat der Fall ist, sich in der normalen Hirnstruktur praktisch nicht anreichert. Eine mögliche Speicherung von radioaktivem Material setzt, wie bemerkt, eine Schädigung bzw. Veränderung der normalen Strukturverhältnisse oder ihrer Funktion voraus.

Von grundsätzlicher Bedeutung in diesem Zusammenhang dürfte die Beobachtung sein, daß ein in oder durch das Zytoplasma der Endothelzellen führender normaler Stofftransport mittels Membranvesikulation (Pinozytose, Cytopempsis) als aktiver Transportvorgang den Mechanismen der Filtrationsosmose und Diffusion an die Seite zu stellen ist. Der Kapillarwand ist ja unmittelbar die Oberflächenmembran der Astrozyten, sowie deren Stofftransport- und Verteilungsmechanismus nachgeschaltet. Wie enzymtopochemische Untersuchungen erbrachten, scheint der astrozytäre Zellverband zwischen Blutbahn und Neuronen als Verteiler und Regler für Flüssigkeits-, Elektrolyttransport und für den Transport sonstiger Metabolite eingeschaltet zu sein.

So gesehen muß das Schrankenphänomen als eine Summation der Permeabilitätscharakteristika der Blut-Hirn-Zwischenstrukturen plus ihrer Transportfaktoren im Zentralnervensystem interpretiert werden.

Inwieweit nur über abnorme Permeabilitätsverhältnisse hinaus Pinozytose für die Aufnahme von radioaktivem Material in pathologisch verändertem Hirngewebe verantwortlich ist, konnte u.a. R a i m o n d i (111) in elektronenmikrosko-

pischen Studien am Beispiel von zwei Astrozytomen mit 131-J-Albumin darstellen. Seine Untersuchungen können kurz in folgenden Punkten zusammengefaßt werden:

1) Endothelzellen neoplastischer Kapillaren zeigten ein Ansteigen der sichtbaren Pinozytoseaktivität.
2) Die radioaktives Material enthaltenden Vesikeln erschienen größer als die unter normalen Bedingungen beobachteten.
3) Radioaktives Material fand sich auch frei im Zytoplasma.
4) In den extrazellulären Spalten außerhalb der Kapillaren fand sich radioaktives Material nur in enger Beziehung zur Basalmembran.
5) Innerhalb der Tumorzellen waren Vesikel identischen radioaktiven Inhalts lokalisiert, deren umgebende Membran teilweise aufgebrochen war. Der Inhalt schien sich frei ins Zytoplasma zu ergießen.

R a i m o n d i vertrat die Ansicht, daß neben 131-J-Albumin (RISHA) offensichtlich auch andere, an Protein gebundene radioaktive Substanzen auf pinozytotischem Weg in einen Tumor gelangen. Die Untersuchungen von J a c k s o n und al.(68,69) zeigten, daß sich das angereicherte radioaktive Material in den untersuchten Tumorgeweben deutlich vom nur gering kontaminierten, gesunden Hirngewebe absetzt.

Wie das Pionierbeispiel M o o r e s (98,99) zeigt, wurde der Grad der Speicherung eines Gammaemitters früher in direkte Proportion gesetzt zur Vaskularisierung des tumorösen Gewebes. So interpretierte man den "heißen Fleck" mehr als Ergebnis einer größeren Blutmenge, die den Gammaemitter in der betreffenden Region enthielt, denn als

Resultat einer verstärkten Aufnahme der radioaktiven Substanz durch die neoplastischen Zellen selbst.

Es kann angenommen werden, daß der von R a i m o n d i (111) elektronenmikroskopisch demonstrierte Vorgang der Pinozytose am Beispiel von RISHA in Astrozytomen, wie schon gesagt, auch für 2o3-Hg Chlormerodrin und 99m-Technetium, für Tumoren des Zentralnervensystems und andere pathologisch veränderten Bezirke im Hirngewebe, die mit verstärkter Pinozytoseaktivität einhergehen, zutrifft.

Die Rolle der Vaskularisierung würde demnach mit der Menge des vom Blutstrom zur Pinozytose antransportierten Isotops in Beziehung stehen.

Von grundsätzlicher Bedeutung ist bei der Aufdeckung und Lokalisation von Hirntumoren und anderen Läsionsbezirken im Gehirn mit Radioisotopen die Frage nach einer Artspezifizierung. Man kann sich vorstellen, daß die Einbeziehung einer Relation zwischen Zeit und Kontaminationsrate über dem pathologisch veränderten Hirnbereich zur Aufstellung einer Kurve im Sinne eines ansteigenden Uptaketeils und einer abfallenden Clearance in die szintigraphischen Hirnuntersuchungen führen müßte, und daß aus der Kurvencharakteristik eine Artspezifizierung des betreffenden Läsionsbezirkes möglich sein müßte.

Bis jetzt war dies jedoch nur der aufwendigen P l a n i o l s c h e n (1o7) Methode der Gammaencephalographie möglich. In der Literatur konnten keine Angaben gefunden werden, die eine Artdiagnose mit der konventionellen Scannertechnik oder mit der von A n g e r (4, 5) eingeführten Gammakamera möglich gemacht hätten. Eine Bestätigung dessen fand sich bei S c h e n c k und al. (118).

Denkbar wäre jedoch die Aufstellung einer besagten Kurve mittels eines Magnetband-Speichergerätes in synchroner Schaltung zum Scanner. Man könnte so bei wiederholten

Aufnahmen die Kontaminationsraten in verschiedenen Zeitintervallen vergleichen. Eine große Schwierigkeit läge bei der Scannermethode in der langsamen Abtastgeschwindigkeit und damit in einer sehr ungenauen Zeitintervalleinstellung über einem bestimmten Meßpunkt. Eine Lösung könnte hier die Gammakamera bringen, bei der sich die Aufnahme eines Szintiphotos auf rund 3 Minuten beschränkt.

Was den Anreicherungsmodus in anderen Läsionsbezirken außer tumorösen Veränderungen im Hirngewebe anbetrifft, soll nicht behandelt werden. Im allgemeinen müßten jedoch die angeführten Faktoren ebenfalls von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Angeführt seien Defektdeckungsprozesse mit resultierenden Glianarben (Astroglia im wesentlichen), in denen noch Monate nach Beginn der Proliferation eine beträchtliche Aktivität der energieliefernden Prozesse zu beobachten ist (54), die mit einer ansehnlichen Volumenzunahme des Cytoplasmas aufgrund der Ausbildung zahlreicher und langer Fortsätze in den Faserbildnern erklärt wird. - Im Zusammenhang mit Fall 12 der Kasuistik ist vermerkt, daß (s. unten S.1o3) etwa drei Monate nach einem operativen Eingriff am Hirn im allgemeinen keine besondere Impulsanreicherung im betreffenden Bezirk des Hirnszintigramms mehr gesehen wird. V a n V l i e t und al. (138) geben dafür eine Zeitspanne von 79 Tagen nach dem Eingriff an. Trepanationsdefekte konnten wir noch nach Jahren nachweisen!

Von einer Glianarbe wird im Einzelnen von den Untersuchern nicht gesprochen. Nach dem oben Angeführten dürfte rein überlegungsmäßig eine erhöhte Impulsanreicherung - durch die länger als 3 Monate anhaltende, vermehrte Stoffwechselaktivität im Narbengebiet - für eine etwas größere Zeitspanne zu erwarten sein.

Weiter seien angeführt Hirnoedem, traumatische Hirn-

gewebszerstörung, Enzephalitiden, Meningitiden, intracerebrales und andere intrakranielle Blutungen, Verschlußkrankheiten der Hirngefäße und deren Folgeerscheinungen, welche erfahrungsgemäß zu einem verstärkten, sichtbaren Uptake führen.

Im Hinblick auf die Kontaminationsmodi der einzelnen, sich im Szintigramm positiv darstellenden Läsionen des Hirngewebes sind mit Sicherheit im Laufe der voranschreitenden Forschungen noch zahlreiche, interessante Aufschlüsse zu erwarten.

2.6.2 Wertung der beiden Isotope 99m-Tc und 203-Hg im Hirnszintigramm:

Es wurde schon erwähnt, daß ein Technetium-Scan normalerweise ein optisch gefälligeres Bild liefert und durch die hohe Impulsrate eine feinere Schwärzungsabstufung im Foto ermöglicht.

Die Normalstrukturen färben sich wesentlich besser an als im 203-Hg-Szintigramm, welches sich nicht zu der beim 99m-Technetium gewohnten Einheit fügt. Wie in der Kasuistik an einigen charakteristischen Beispielen demonstriert, sind Läsionsbefunde mit 99m-Technetium auf Grund ihrer Anreicherung auf dem Boden eines gleichen oder zumindest ähnlichen Prinzips ebensogut verifizierbar und lokalisierbar wie bei 203-Hg, wenn nicht wegen der weitaus höheren Impulsraten sogar besser.

Nachdem überall in der Medizin nach optimal schonenden und trotzdem aussagekräftigen Untersuchungsmethoden zur Reduzierung der Belastung des Patienten in psychischer und physischer Hinsicht gesucht wird, ist dem Technetium hier in zweifacher Hinsicht der Vorzug zu geben: Erstens kann die Aufzeichnung des Scans kurz nach der Applikation des Isotops beginnen und nimmt dann weitaus weniger Zeit in An-

spruch, was bei unruhigen Patienten als Erleichterung - auch für den Untersucher - empfunden wird. Durch die kürzere Halbwertszeit kann man zweitens bei 99m-Tc die Strahlenbelastung im Vergleich zu 2o3-Hg wesentlich herabdrücken, was vor allem bei jüngeren Patienten einen nicht zu umgehenden Überlegungsfaktor darstellt. Zusätzlich ist bei Technetium durch orale Gabe von Lugolscher Lösung die Akkumulation des Isotops in der Schilddrüse, dem Magen und dem Plexus chorioideus und damit deren Strahlenbelastung herabdrückbar (24). Außerdem ermöglicht sich durch die kurze Halbwertszeit des Isotops die Verabreichung einer relativ hohen Dosis von 99m-Tc, wenn man große Impulsraten und damit eine "saubere" Zählstatistik erreichen will. C r o l l und al. (24) fanden dadurch eine leicht verbesserte diagnostische Genauigkeit in ihren Scans, die mit Technetium aufgezeichnet wurden.

Im Zusammenhang mit der Strahlenbelastung durch das Radionuklid wäre es im Falle des 2o3-Hg mit seiner langen Halbwertszeit sehr wertvoll, vor allem die Nieren - und somit bei Patientinnen auch die Gonadenbelastung - zu reduzieren. Da Chlormerodrin praktisch über die Nieren ausgeschieden wird, scheint eine Blockierung derselben mit dem nichtradioaktiven Präparat nicht sinnvoll. Untersuchungen über Möglichkeiten zur beschleunigten Elimination von 2o3-Hg-Ionen aus der Niere erbrachten nach H e n g s t und al. (6o) keine signifikanten Ergebnisse. Allerdings beobachteten schon B l a u und B e n d e r (11) ein Absinken der 2o3-Hg-Retention in der Niere auf ein Drittel nach Applikation von stabilem Merallurid am Tage vor der szintigraphischen Untersuchung. G r e e n (51) konnte an Rattennieren den gleichen Erfolg verbuchen, wobei Merallurid IP am gleichen Tag der Injektion von 2o3-Hg verabreicht wurde. Da eine genügende Übereinstimmung des Schicksals von Quecksilberdiuretika in Ratten- und in Menschennieren bestünde, könne man dieses Ergebnis nach G r e e n (51) klinisch anwenden.

Weiter soll, was die lange Halbwertszeit des 2o3-Hg anbetrifft, nicht vergessen werden, daß eine denkbare, iatrogene Kontamination mit dem Isotop an der Schädeloberfläche die Wiederholung des Hirnszintigramms hinauszögern müßte.

Beim Technetium wäre die Aktivität relativ rasch abgeklungen, so daß eine Wiederholung des Scans relativ rasch wieder möglich wäre. Daneben ist bei diesem kurzlebigen Isotop eine eventuelle extrakranielle Kontamination wegen der Sekretion des Nuklids aus der Magenschleimhaut und der Speicheldrüsen zu achten. W i t c o f s k i und al. (152) bemerken dazu, daß es zur Zeit keine sichere Methode gebe, die Schwierigkeit bei der Verhinderung einer artifiziellen radioaktiven Kontamination außerhalb des Schädels durch Speichelfluß und Erbrochenes während der Untersuchung sicher auszuschließen. Besondere Vorsicht sei deshalb bei oraler Administration des Nuklids, bei komatösen Patienten, besonders bei bestehendem Brechreiz und bei Kindern geboten.

3 ZUSAMMENFASSUNG

Aus einem Kollektiv von insgesamt 178 Patienten - 115 männlichen und 63 weiblichen Geschlechts - wurde eine Gesamtzahl von 212 Hirnszintigrammen angefertigt. (1 HSZ entspricht dabei in der Regel einer a-p- und einer parietalen Ansicht)

Mit 99m-Tc wurden 192 und mit 2o3-Hg-Chlormerodrin 2o Scans gefahren. Vergleichsuntersuchungen liegen in 12 Fällen vor, in denen das 99m-Tc-Szintigramm in seiner Aussagekraft dem 2o3-Hg-Szintigramm gleichzusetzen ist und sich wegen seiner besseren Zählstatistik optisch sogar ge-

fälliger erweist.

Es kann gesagt werden, daß nach Abwägung der physikalischen und biologischen Eigenschaften der beiden Radionuklide in Verbindung als 99m-Pertechnetat und 2o3-Hg-Chlormerodrin und deren Wert in der Aufdeckung und Lokalisation von Hirntumoren, speziell von Hirnläsionsbezirken, generell dem Technetium der Vorzug zu geben ist.

Lediglich bei Patienten mit unauffälligem Nierenbefund und einem Alter von über 65 Jahren und bei solchen mit sicher infauster klinischer Prognose, sollte noch die hohe Strahlenbelastung durch 2o3-Hg zugemutet werden. Im "Normalfall" kann 2o3-Hg nur noch bei der Szintigraphie der hinteren Schädelgrube auf Grund der niedrigen Strahlung aus den Nackenweichteilen indiziert sein.

4 LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahlström S.
   B.Bodforss
   S.Cronqvist
   Experiences With Gamma-Encephalography Part I, Acta Radiologica, Vol.3, Fasc.6, S.568 -576, 1965

2. Allen M.B.jr.
   D.A.L.Dick
   S.J.Hightower
   M.Brown
   The Value and Limitations of Brain Scanning A Review of 4o1 Consecutive Cases.
   Clin.Radiol., 18,S.19 - 27, 1967

3. Altenbrunn H.J.
   A.Dressler
   P.Georgi
   H.Herzmann
   G.Pasternack
   L.Steenbeck
   R.Vogt
   Die Möglichkeiten der positiven Tumordarstellung mit radioaktiv markierten Verbindungen.
   Rad.biol.ther., 8/6,
   S. 721 - 732, 1967

4. Anger H.O.
   Scintillation camera
   Rev.Sci.Instl, 29: 27, 1958

5. Anger H.O.
   Scintillation camera with multichannel collimators
   J.of Nucl.Med., 5: S.515, 1964

6. Avioli L.V.
   R.Q.Cracco
   R.Chambers
   ^{2o3}Mercury Brain Scans: The Use of Small Doses as a Screening Method.
   J.of Nucl.Med., 6,
   S. 252 - 264, 1965

7. Bolliger T.T.
R.L.Witcofski
J.E.Whitley
C.D.Maynard
The Demonstration of Extracranial Neoplasms With ^{99}m Tc Pertechnetate
J. of Nucl.Med., 6, S. 687 - 689 1965

8. Beck R.N.
D.B.Charleston
P.Eidelberg
P.V.Harper
The ACRH Brain Scanning System
J. of Nucl. Med., 8, S.1-24,1967

9. Beck R.N.
A Theoretical Evaluation of Brain Scanning Systems
J. of Nucl. Med. ,2 , S.314-324, 1961

1o. Bender C.E.
C.M.Williams
The Value of Radioactive Chlormerodrin for the Posterior Fossa Brain Scan
Am.J. of Roentgenol., Vol. 96, No 3, 1966, S. 698 - 7o5

11.Blau M.
M.A.Bender
Biological Aspects in the Choice of Scanning Agents
Nucleonics, Vol. 22, No 1, S. 55-57, 1964

12. Blau M.
M.A.Bender
Radiomercury (Hg^{2o3}) Labeled Neohydrin. A New Agent for Brain Tumor Lokalization
J. of Nucl. Med., 3, S.83-93, 1962

13. Blum A. — Tc^{99m} Sulfide Colloid Preparation
J.of Nucl.Med., 8, S.692-693,1967

14. Börner W.
E.Moll — Lokalisationsdiagnostik mit 99m Tc. Forschungsbericht, Bundesministerium f.wiss.Forschung, Bd. 33, S.25-36, 1966

15. Bonte F.J.
T.S.Curry
R.E.Oelze
A.J.Greenberg — Radioisotope Scanning of Tumors
Am.J. of Roentgenol., Vol. 1oo, No 4, S. 8o1-812, 1967

16. Brinkmann C.A.
A.V.Wegst
E.A.Kahn — Brain Scanning with Mercury^{2o3} Labelled Neohydrin.
J.of Neurosurg., 19, S.644-651,1962

17. Broman T. — Permeability of the cerebrospinal vessels in normal and pathological conditions Copenhagen, Ejnar Munksgaard, 1949

18. Buchanan D.L. — Brain Scanning with 2oo Microcuries of ^{2o3}Hg-Chlormerodrin
J.of Nucl. Med.,7,S.859-867,1966

19. Bucy P.C.
I.S.Ciric — Brain Scars in Diagnosis of Brain Tumors (Scanning with Chlormerodrin Hg^{2o3} and Chlormerodrin Hg^{197})
J.A.M.A., Vol. 191, No 6, S.437-443, 1965

2o. Budabin M.	Diagnostic Value of R I H S A and Chlormerodrin 197 Hg Brain Scanning in Intracranial Arteriovenous Malformations J. of Nucl.Med.,8; S.879-89o,1967
21. Bull J.W.D.	Topographical Criteria For Pathological Diagnosis Of Intracranial Masses By Means Of Gamma Encephalography Acta Radiol., N.S., 1: Vol.5, S. 754 - 759, 1966
22. Burke G. A.Halko	Cerebral Blood Flow Studies With Sodium Pertechnetate Tc 99 m And The Scintillation Camera J.A.M.A., Vol. 2o4, No 4, S.319-324, 1968
23. Clark Shipley	An Amplifier Providing Fixed Background Elimination and Contrast Enhancement in Scanning Systems J.of Nucl.Med.,7, S.754-76o, 1966
24. Croll M.N. L.W.Brady D.S.Faust I.Kazem J.Antoniades H.R.Tatem	Comparison Brain Scanning with Mercury^{2o3} and Technetium 99 m Radiology, 9o, No 4, S.747-749,1968
25. Croll M.N. L.W.Brady B.M.Hand	Brain Tumor Localization Utilizing Mercury^{2o3} Radiology, 78, S.635-637, 1962

26. Crowther P.
J.Eldridge
Decay of Mo^{99} - Tc^{99m}
Nuclear Physics, 66: S.472-48o, 1965

27. Dahl E.
E.Nelson
Electron Microscopic Oberservations on Human Intracranial Arteries
Arch.of Neurology, Vol.1o, No 2, S.56-62, 1964

28. Davidson K.C.
Cranial and Intracranial Lesions in Neurofibromatosis
Am.J.of Roentgenol.,98, No 3, S.55o-556, 1966

29. Davis C.H.jr.
E.Alexander jr.
R.L.Witcofski
C.D.Maynard
Brain Scanning with Tc^{99m}
J. of Neurosurg., 24, No 6, S. 987-992, 1966

3o. Dereymaeker A.
M.De Roo
G.Dardenne
Study of the real tissue concentration of radioactive tracers used for the external detection of cerebral tumors
J. belge Radiol., 5o, S.69-77,1967

31. Di Chiro G.
A.S.Grove jr.
Evaluation of Surgical an Spontaneous Cerebrospinal Fluid Shunts by Isotope Scanning
J.of Neurosurg., 24, No 4, S.743-748, 1966

32. Di Chiro G. — Observations on the circulation of the cerebrospinal fluid Acta Radiol., N.S. , 1: Vol.5, Part II, S. 988-1oo2, 1965

33. Dietz H. — Der heutige Stand der Hirntumordiagnostik, Dtsch.Zentralblatt für Krankenpflege, Kulmbach, No 5, 7. Jg., S. 177-182, 1963

34. Donati R.M. M.L.Nelson N.I.Gallagher — Photoscanning in the Diagnosis of Intracranial Lesions Arch.Intern.Med., Vol. 116, S.2o5-211, 1965

35. Feindel W. Y.L.Yamamoto N.Rumin — Comparison of Radioactive Iodinated Serum Albumin (RISA) and Radioactive Mercury^{2o3} for Brain Scanning J.of Neurosurg., Vol 21, S.1-6,1964

36. Flipse R.C. A.J.Gilson — Radioisotope Scanning In Posterior Fossa Lesions J.of Nucl.Med., 6, S.771-779, 1965

37. Flipse R.C. M.Vuscanovic E.A.Fonts — Sequential Brain Scanning in Radiation Therapy of Malignant Tumours of the Brain Am.J.of Roentgenol.,Vol. 1o2, No 1, S. 93-96, 1968

38. Filson E.J. A.Rodriguez-Antunez — Isotope Scanning of Brain Tumors Using ^{99}mTc From the Department of Radiation and Nuclear Medicine, The Cleveland Clinic Foundation, Cleve-

land, Ohio, USA, 13.Nov.1967, S.38o-384

39. Freeman L.M.
J.A.Schneider
C.J.Kay
L.H.Zingesser
CH.Zimmermann
Role of Scintillation Scanning in Clinical Medicine
New York State J. of Med., 1.August 1966, Recent Advances in Medicine and Surgery, S. 2o2o-2o37, Part I.

4o. Frey H.S.
Evaluation of Photoscanners
Investig.Radiology, Vol. 1, S. 314-326, 1966

41. Fünfer E.
H.Neuert
Zählrohre und Szintillationszähler
Karlsruhe, G.Braun, 1959

42. Gardner W.J.
The Blood-Brain Barrier: An Expression of the Absence of interstitial Spaces in Ectodermal Tissue?
Perspect.Biol.Med.,4: S.169,196o/61

43. Gänshirt H.
Klinisch-technische Diagnostik der Hirntumoren
Der Nervenarzt, 36.Jg., Heft 1o, S. 421-425, 1965

44. Gerhard H.
F.Mundinger
Biochemische Untersuchungen über Tumorspeicherung der zur Hirntumordiagnostik verwendeten Radioisotope.
Acta Radiol., Vol. 5, 1966, N.S. II, S.118-122

45. Gilson A.J.
F.P.Gargano
Correlation Of Brain Scans And Angiography In Intracranial Trauma
Am.J.of Roentgenol., 94, S.819-827, 1965

46. Glasgow J.L.
R.D.Currier
J.K.Goodrich
F.T.Tutor
Brain Scans at Varied Intervals Following Cerebro-Vascular Accidents (CVA)
J. of Nucl.Med., 6: S.9o2-916,1965

47. Goldmann E.E.
Vitalanfärbung am Zentralnervensystem
Berlin, G.Reinen, 1913

48. Goodrich J.K.
F.T.Tutor
The Isotope Encephalogramm In Brain Tumor Diagnosis.
J. of Nucl.Med., 6: S.541-548, 1965

49. Gottschalk A.
K.R.Mc Cormack
J.E.Adams
H.O.Anger
A Comparison of Results of Brain Scanning Using Ga^{68} - EDTA an the Positron Scintillation Camera, with Hg^{203}-Neohydrin and the Conventional Focused Collimator Scanner.
Radiology, Vol. 84, S.5o2-5o6,1965

5o. Gottstein U.
Bernsmeier A.
I.Sedlmeyer
Der Kohlenhydratstoffwechsel des menschlichen Gehirns.
Klin.Wschr., Jg.42, Heft 7,1964, S. 31o-313

51. Green J.
The Effect of Stable Mercurial Diuretic on the Renal Retention of ^{2o3}Hg Chlormerodrin.
J.of Nucl.Med.,6:335,1965

52. Haake W. — Über die Möglichkeit der szintigraphischen Darstellung von Hirntumoren mit $Hg^{197}Cl_2$
Rad. biol. ther.,9/1,S.9-12, 1968

53. Haas J.P.
H.Dietz
R.Wolf — Die Verwendung von J^{131}-Albumin-Makroaggregaten in der Hirndiagnostik
Rad. biol. ther., 9/1,S.13-16,1968

54. Hager H. — Handbuch der allgemeinen Pathologie
Bd.III, 3
Ergebn.Biol.Suppl., 24, 1o6,1961

55. Harper P.V.
R.Beck
D.Charleston
K.A.Lathrop — Optimization of a Scanning
Nucleonics, Vol. 22, No 1, S.5o-54, 1964

56. Harper P.V.
R.Beck
D.Charleston
K.A.Lathrop — Optimization of a Scanning Method Using Tc^{99m} Nucleonics, 22 :5o, 1964

57. Harper P.V.
K.A.Lathrop
F.Jiminez
R.Fink
A.Gottschalk — Technetium 99m as a Scanning Agent.
Radiology, Vol. 85, 7, S.1o1-1o9,1965

58. Harper P.V.
R.A.Fink
D.R.Charleston
R.N.Beck
K.A.Lathrop
J.P.Evans — Rapid Brain Scanning with Technetium 99^m
Acta Radiol., Vol. 5, S. 819-831, 1966, Part II

59. Heinz E.R.
J.R.Brylski
J.L.Izenstark
H.S.Weens
Post-Angiography Isotope Brain-Scanning. Positive or Negative?
Am J. of Roentgenol., Vol. 98, No 3, S. 672-674, 1966

6o. Hengst W.
M.von der Ohe
G.Kienle
Untersuchung über die Möglichkeit einer beschleunigten Elimination von ^{2o3}Hg-Ionen aus der Niere nach Schädelszintigraphie mit ^{2o3}Hg-Chlormerodrin
Nucl.Med., VI., S. 378-384, 1967

61. Hengst W.
Tumordiagnostik mit radioaktiven Quecksilberverbindungen
Med.Klinik, No 48, 26.Nov., 1965, S. 1929-1932.

62. Heiser W.J.
J.L.Quinn
W.V.Mollihan
The Crescent Pattern of Increased Radioactivity in Brain Scanning
Radiology, Vol. 87, 9, S.483-488, 1966

63. Hidalgo J.U.
R.M.Wright
M.M.Wooten
Prediction of Tc^{99m} Yield from Molybdenum-99 Generators
J. of Nucl.Med., 8: S. 426-429, 1967

64. Hirschbiegel H.
Die Blockierung der Schilddrüse bei der Hirnszintigraphie
Strahlentherapie: 135, S.295-3oo, 1968

65. Hollemann A.F.
E.Wiberg
Lehrbuch der Anorganischen Chemie
Berlin, Walter de Gruyter & Co, 196o, S.589

66. Holmes R.A.
Ch.S.Herron
H.N.Wagner jr.
A Modified Vertex View in Brain Scanning
Radiology, Vol. 88, No 3, S.498-5o3, 1967

67. Howieson J.
J.W.D.Bull
Radiologic Detection Of Astrocytoma Involving The Corpus Callosum
Am.J. of Roentgenol., Vol. 98, No 3, S. 575 - 578, 1966

68. Jackson G.L.
M.L.Corson
J.Dick
The Cellular Localization of Mercury-2o3 Chlormerodrin in Astrocytomas
J. of Nucl. Med.,8: S.611-616 1967

69. Jackson G.L.
M.L.Corson
J.Baxter
N.Blosser
Radioautographic Determination of Cellular Localization of Radioactive Mercury (^{2o3}Hg) Chlormerodrin in Brain Tumours.
The New England J. of Med., Vol. 277, No 19, S. 1oo6-1oo7, 1967

7o. Joseph K.
W.Lang
E.Herrmann
E.H.Graul
V.Calatayud
Nuklearmedizinische Diagnostik in der Neurologie
Dtsch.Ärzteblatt, No 17, S.967-974, 1968

71. Joseph K.
W.Lang
E.Herrmann
Angioszintigraphischer Nachweis arteriovenöser Shuntbildungen der Hirngefäße

E.H.Graul — Atompraxis, Heft 1o, 1967 Direktinformation

72. King E.G., D.E.Wood, T.P.Morley — The Use of Macroaggregates of Radioiodinated Human Serum Albumin in Brain Scanning Canad.Med.Ass.J., Vol. 95, No 9, S. 381-389, 1966

73. Kuhl D.E., F.W.Pitts, S.H.Tucker — Brain Scanning of Children Using Body Section Techniques and Pertechnetate ^{99m}Tc Acta Radiol., Vol. 5, S. 843-854, 1966, Part II

74. Kuhl D.E., F.W.Pitts, T.P.Sanders, M.M.Mishkin — Transverse Section and Rectilinear Brain Scanning with Tc Pertechnetate Radiology, Vol 86, 5, S. 822-829, 1966

75. Lincke H.O. — Hirnszintigraphie mit Hg^{197}Chlormerodrin bei Kindern Rö.-Fortschritte, 11o, 1, 1969, Thieme Verlag, Stuttgart

76. Loken M.K., G.T.Telander, R.J.Salmon — Technetium 99 m Compounds for Visualization of Body Organs J.A.M.A., Vol. 194, No 2, S.152-156, 1965

77. Loken M.K., L.O.Wigdahl, J.M.Gilson, E.V.Staab — Mercury-197 and Mercury-2o3 Chlormerodrin for Evaluation of Brain Lesions Using a Rectilinear Scanner and Scintillation Camera J.of Nucl.Med.,7.,S.2o9-218,1966

78. Loken M.K.
L.O.Wigdahl
E.V.Staab
J.M.Gilson
Evaluation of Conventional Scanning and Anger Camera for Brain Studies
J.of Nucl. Med., 6: S.335,1965

79. Lorentz W.B.
J.L.Simon
R.S.Benua
Brain Scanning in Children
J.A.M.A., Vol. 2o1, No. 1, S. 83-85, 1967

8o. Mack J.F.
M.M.Webber
L.R.Bennett
Brain Scanning. Normal Anatomy with Tc 99m Pertechnetate.
J. of Nucl.Med., 7: S.633-64o, 1966

81. Mandel P.R.
B.I.Saxe
D.Faegenburg
H.Chiat
Demonstration of the Chorioid Plexus with Tc 99 m Brain Scan
Am J. of Roentgenol., Vol 1o2, No 1, S. 97-99, 1968

82. Matthews C.M.E.
J.R.Mallard
Distribution of Tc 99m and Tumor/Brain Concentrations in Rats.
J.of Nucl. Med., 6: S.4o4-4o8, 1965

83. Matthews C.M.E.
Collimators and Counting Systems for Brain Scanning
Acta Radiol. Vol. 6, S. 464-48o, 1967

84. Matthews C.M.E.
Molinaro
A Study of the relative Value of radioactive substances used for brain tumor localization and of the mechanism of tumor: brain concentration uptake in transplantable fibrosarcoma in brain and other organs in the rat

Brit.J.of Exp.Pathol., 44, S. 555, 196o

85. Matthews C.M.E. — Comparison of Isotopes for Scanning. J. of Nucl. Med., 6: S.155-168, 1965

86. Maynard E.A., R.L.Schultz, D.C.Pease — AmJ.Anat., 1oo: 4o9, 1957

87. Maynford W.V., E.H.Belcher — Szintillationszähler mit Richtungseigenschaften Brit.J.of Radiol., Suppl. No.2, S. 283, 195o

88. Mc Afee J.G., G.F.Fueger, H.S.Stern, H.N.Wagner jr., T.Migita — Tc^{99m} Pertechnetate for Brain Scanning J. of Nucl. Med., 5: S.811-827, 1964

89. Mc Afee J.G., G.F.Fueger — The Value and Limitation of Scintillation Scanning in the Diagnosis of Intracranial Tumors Scintillation Scanning in Clinical Medicine Ed.by Quinn J.L., publish. by W.B.Saunders, 8, S.278, 1964

9o. Mc Afee J.G., D.B.Taxdal — Comparison of Radioisotope Scanning with Cerebral Angiography and Air Studies in Brain Tumor Localization

Radiology, 77: S. 2o7, 1961

91. Mc Clintock J.T.
G.V.Dalrymple
The Value of Brain Scans in the Management of Suspected Intracranial Lesions
J. of Nucl. Med., 5: S.189-192, 1964

92. Mc Ginnis K.D.
W.R.Fyler
L.Du Sault
K.Kristen
Mercury 2o3 Brain Scanning
Radiology, Vol. 8o, No 2, S.264-267, 1963

93. Mc Intyre W.J.
J.H.Christie
The Use of Data Blending to Reduce Statistical Fluctuation in Radioisotope Scanning
Investigative Radiol., S.141-142, Jan. 1966

94. Mealey J.jr.
J.A.Campbell
Scintillography of Infantile Subdural Effusions and its Clinical Application.
Acta Radiol., Vol.5, S.871-883, 1966

95. Melbye R.W.
R.Adams
H.L.Jaffe
The Relative Performance of 99m Technetium and 2o3 Mercury Chlormerodrin in Brain Scanning
J. of Nucl. Med., 6: S. 334- , 1965

96. Mishkin F.
J. Truksa
The Diagnosis of Intracranial Cysts by Means of the Brain Scan.
Radiology, 9o, S.74o-746, 1968

97. Moll E.
E.Sinagowitz
W.Börner
E.Rauh
Die Eignung niederenergetischer Gammastrahler für die Szintigraphie (Phantomuntersuchungen mit ^{125}J, ^{197}Hg, ^{99m}Tc und ^{131}J)
Nuklearmedizin, Vol. VII, No. 1, S. 8-27, 1968

98. Moore G.E.
Use of radioactive Di-Jodo-Fluorescein in the Diagnosis and Localization of Brain Tumors
Science 1o7: S. 569, 1948

99. Moore G.E.
D.A.Kohl
J.F.Marvin
J.C.Wang
C.M.Caudill
Biophysical Studies of Methods Utilizing Fluorescein and its Derivates to Diagnose Brain Tumors
Radiology, Vol. 55, S. 344-357, 195o

1oo. Morczek A.
H.J.Otto
K.Abraham
Radioisotope in der Hirndiagnostik
Rad. biol. ther., 8: S.7o1-7o9, 1967

1o1. Morello F.
G.P.Giordano
C.Alvisi
R.Sciascia
Scintiscanning of Cerebral Neoplasms by Radioactive Mercury (Neohydrin ^{2o3}Hg)
Acta Radiol., Vol. 5, S.884-889, 1966

1o2. Morrison R.T.
A.K.Afifi
M.W.Van Allen
T.C.Evans
Scintiencephalography for the Detection and Localization of Non-Neoplastic Intracranial Lesions
J.of Nucl. Med., 6: S. 7-15,1965

1o3. Murray R.L.
Scintillation Scanning of the Brain with Mercury - 2o3 Neohydrin.
Southern Medical J., 56, S.914-92o

1963
Birmingham, Alabama

1o4. Myhre K. — Isotope Encephalometry. A Simplified and Rapid Scanning Procedure
Acta Radiol., Vol.5, S.89o-893, 1966

1o5. Overton M.C.
T.P.Haynie
S.R.Snodgrass — Brain Scans in Nonneoplastic Intracranial Lesions
I.A.M.A., Vol. 191, No 6, S.431-436, 1965

1o6. Overton M.C.
T.P.Haynie
W.K.Otte
J.E.Coe — The Vertex-View in Brain Scanning
J. of Nucl. Med., 6: S.7o5-71o, 1965

1o7. Planiol T. — Diagnostic des lésions intra-craniennes par les radioisotopes (gammaencephalographie)
Masson et Cie, Paris, 1959

1o8. Prévôt H.jr.
C.Schneider — Lokalisationsdiagnostik von Hirn-geschwülsten mittels Tc^{99m}
Rad. biol. ther., 9/1, S.17-24,1968

1o9. Quinn J.L.
W.N.Brand — Pertechnetate 99m Thyroid Scans obtaines incidental to Brain Scan
J. of Nucl. Med., 8: S.481-486, 1967

11o. Quinn J.L.
I.Ciric — Analysis of 96 Abnormal Brain Scans Using Tc 99 m

W.N.Hauser — (Pertechnetate Form) J.A.M.A., Vol. 194, No. 2, S. 157-16o, 1965

111. Raimondi A.J. — Localization of RISA in Human Glioma. Acta Radiol., Vol. 5, No 6, S. 149 - 16o, 1966

112. Rhoton A.L., A.Carlsson, M.M.Ter-Pogossian — Brain Scanning with Chlormerodrin Hg 197 and Hg 2o3 - Chlormerodrin. Archives of Neurol., Vol 1o, No. 4, S. 369 -375, 1964

113. Rhoton A.L. — Chlormerodrin-197 Hg Brain Scanning: Selecting the optimal interval between isotope administration and scanning J. of Nucl.Med., 9: S.16-18,1968

114. Rhoton A.L., A.Carlsson, M.M.Ter-Pogossian — Posterior Fossa Tumors Archives of Neurol., Vol. 1o, No 5, S. 521-526, 1964

115. Roig J., W.T.Toss, J.L.Quinn — Usefulness of the Brain Scan in Therapeutic Radiology. Radiology, Vol 86, No.6, S.1o82 - 1o84, 1966

116. Rosenthall L., G.Mathews, J. Stratford — Radioxenon Brain Scanning with the Gamma-Ray Scintillation Camera Radiology, Vol. 89, No. 2, S.324-328, 1967

117. Ruetz P.P.
R.C.Meade
Comparison of 99m Tc and 2o3 Hg Neohydrin Brain Scanning
J. of Nucl. Med., 6: S.334, 1965

118. Schenck P.
W. Piotrowski
Der Nachweis von Hirntumoren mit konventioneller Scanner Methodik und Szintillations-Kamera
Therapiewoche: Bd. 32, Heft 33, S. 1149-1155, 1967

119. Schmidt K.J.
J.P.Haas
K.H.Brod
R.Wolf
H.Dietz
99m Tc-Fe (II)-Komplex: Eine neue Substanz zur Hirntumorszintigraphie
Atompraxis, Nuklearmedizin: Heft 4/5, 1968

12o. Schneider C.
H.Prévôt jr.
Dar normale Hirnszintigramm mit 2o3 Hg Chlormerodrin und 99m Tc-Pertechnetat
Rö.-fo., 1o1, 1,S. 98-1o6, 1966

121. Schneider C.
H.Prévôt jr.
T.Tzonos
Szintigraphie mit 2o3 Hg und 99m Tc in der Diagnostik von Hirntumoren
Dtsch.med.Wschr., No.7, S.285-291, 16.2. 1968

122. Schwartz E.L.
S.Braun
Radioisotope Brain Scanning in Cerebral Sarcoidosis (Report of a Case)
J.A.M.A., Vol. 2o3, No. 5, S.365-366, 1968

123. Sklaroff D.
P.P.Polakoff
P.M.Lin
N.D.Charkes
Cerebral Scanning with radioactive Chlormerodrin (Neohydrin)
Neurology, 13: S.79-85, 1963

124. Smith B.H.
E.V.Leslie
G.J.Alker
Radioisotope Encephalography
New York State J. of Med.,
March 15, 1968, S. 769-775

125. Sneider S.E.
D.M.Dooley
The usefulness of brain scanning
J.A.M.A., Vol. 19o, No 11, S.
1o12-1o14, 1964

126. Soloway A.H.
S.Aronow
C.Kaufmann
J.F.Balcius
B.Whitman
J.R.Messer
Penetration of Brain and Brain
Tumor.VI Radioactive Scanning
Agents
J. of Nucl. Med., 8: S.792-799,
1967

127. Sorensen
Archambault
Preliminary physiological studies
of Mo 99 in liver scanning
Radiology, Vol. 82, No.2, S.318,
1964

128. Sorensen
Archambault
Maursen
Visualization of the liver by scan-
ning with Mo 99 (molybdate) as
tracer
J.Lab.and Clin.Med., Vol.62, No.2,
S. 33o, 1963

129. Spencer R.
Scintiscanning in space occupying
lesions of the skull
Brit.J.of Radiol., 38: S.1-15,1965

13o. Stapleton J.E.
R.W.Odell
M.R.Mc Kamey
Technetium/Iron/Ascorbic Acid Con-
plex: A Good Brain Scanning Agent
Am J. of Roentgenol., Vol 1o1,No 1
S. 152-156, 1967

131. Stebner F.C.
W.R.Eyler
L.A.Du Sault
M.A.Block
A.P.Kelly
R.Nichols
99m Pertechnetate Scanning of Salivary Glands
Radiology, 9o: S.583-585, 1968

132. Tator C.H.
T.P.Morley
J.Olszewski
A Study of Factors Responsible for the Accumulation of Radioactive Iodinated Human Serum Albumin (RIHSA) by Intracranial Tumors and other Lesions.
J.of Neurosurg., XXII: 6o-76, Jan. 1965

133. Tefft M.
D.D.Matson
E.B.D.Neuhauser
Brain Abscess in Children. Radiologic Methods for early Recognition
Am J. of Roentgenol., 98: No 3, S. 675-688,1965

134. Telander G.T.
M.K.Loken
Comparison of the Scintillation Camera with a Conventional Rectilinear Scanning Using Tc 99m Pertechnetate in a Tumor Brain Phantom.
J. of Nucl. Med., 8:, S.487-5o1,1967

135. Tori G.
R.Sciascia
Cerebral Scintiscanning with Radioactive Mercury in the Diagnosis of Brain Tumors
Radiol. Clin. Biol., 35: S.193-2o7, 1966

136. Tow D.E.
H.N.Wagner
Scanning for Tumors of Brain and Bone (Comparison of Tc 99m and Ionic Strontium 87 m)
J.A.M.A.,Vol.199,No.9,S.1o4-1o8,1967

137. Van Vaerenbergh M.
P.M.van Vaerenbergh
G.Hoffmann
M.Kunnen
Photoscanning bei Hirntumoren
2.Jahrestagung der Gesellschaft für Nuklearmedizin in Heidelberg, 22.-24.Okt.1964.
Sonderdruck, Schattauer Verlag, Stuttgart, 1965

138. Van Vliet
W.N.Tauxe
H.J.Svien
The Effect of Craniotomy on the Brain Scan
J.of Nucl.Med., 6: S. 535 b, 1965

139. Wagner H.N.jr.
Nuclear Medicine: Present und Future
Radiology, Vol.86, No 4, 1966

140. Waxmann H.J.
D.K.Ziegler
S.Rubin
Brain Scans in Diagnosis of Cerebrovascular Disease (Scanning with Hg 203)
J.A.M.A., Vol.192,No 6,S.453-456, 1965

141. Webber M.M.
Tc 99m Normal Brain Scans and their Anatomic Features
Am.J.of Roentgenol.,Vol.94, No 4, S.815-818, 1965

142. Webber M.M.
Scintiscanning with Low - Energy Photon Emitters
Radiology, Vol.85, No.7,S.116-120, 1965

143. Wende S.
Die Gammaencephalographie bei der Hirntumordiagnostik
Röntgenblätter, 18, S.343-428, Baden-Baden, 1965

144. Wende S. — Technik und Wert der Gammaencephalographie
Rö.-fo., 98, No. 4, 1963

145. Whitley J.E.
R.L.Witcofski
T.T.Bollinger
C.D.Maynard — Tc 99m in the Visualization of Neoplasms Outside the Brain
Am.J.of Roentgenol., Vol 96, No 3, S.7o6-71o, 1966

146. Wilcke O. — Die Szintigraphie bei Hirntumoren
Der Radiologe, No. 1o, S.393-4oo, Okt. 1965

147. Wilcke O. — Isotopendiagnostik in der Neurochirurgie
Acta Neurochir., Suppl. XV., S. 2-112, Springer-Verlag, Wien-New York, 1966

148. Williams C.M.
F.Garcia-Bengochea — Concentration of Radioactive Chlormerodrin in the Fluid of Chronic Subdural Hematoma
Radiology, Vol 84,No 4, S.745-747, 1965

149. Witcofski R.L.
C.D.Maynard
I.Meschan — The Utilization of 99m Technetium in Brain Scanning
J.of Nucl.Med. 6:, S.121-13o, 1965

15o. Witcofski R.L.
C.D.Maynard
T.J.Roper — A Comparative Analysis of the Accuracy of the Tc 99m Pertechnetate Brain Scan: Followup of 1ooo Patients.
J.of Nucl.Med.,8: S.187-196, 1967

151. Witcofski R.L.
T.J.Roper
A Technique for Scanning the Posterior Fossa
J.of Nucl.Med., 6: S.754-761, 1965

152. Witcofski R.L.
T.J.Roper
C.D.Maynard
False Positive Brain Scans From Extracranial Contamination With 99m Technetium
J. of Nucl. Med., 6: S.524-527, 1965

153: Wolpert S.M.
A.Zimmer
M.M.Schechter
L.H.Zingesser
The Neuroradiology of Melanomas of the Central Nervous System
Am. J. of Roentgenol., Vol. 1o1, No 1, S. 178-187, 1967

154. Yeh Shin-Hwa
J.P.Kriss
Distribution and Scintiphotography of a new Complex: Pentavalent Tc 99m Citrate: Studies in the Rodent
J. of Nucl. Med., 8: S.666-677,1967

155. Zatz L.M.
J.W.Hanbery
D.Gifford
J.Belza
The Diagnosis of Tumors of the Splenium of the Corpus Callosum
Am. J. of Roentgenol., Vol. 1o1, No. 1, S. 13o-14o, 1967

156. Zingesser L.
S.Mandell
M.Schechter
Gamma Encephalograms in Extracerebral Hematomas
Acta Radiol., Vol 5, S.972-98o, Part II, 1966

157. Zita G.
Die Szintigraphie cerebraler Erkrankungen, Wiener klin.Schr. Jg.8o,Heft 17, S.32o-324, 1968

5 LEBENSLAUF

1942	am 11. Juni als Sohn des Kaufmanns Florian Eckert und seiner Ehefrau Agnes, geb. Pećarić, in Belgrad/Jugoslawien geboren.
1962	Reifeprüfung an der Holbein - Oberrealschule in Augsburg.
1962 - 1963	Studium der Volkswirtschaft an der Universität München.
1963	Studium der Medizin an der Universität München.
1970	Ablegung des Medizinischen Staatsexamens in München.
1970 - 1971	Medizinalassistentenzeit. Ausbildung 1 1/2 Monate Gynäkologie 4 Monate Innere Medizin 6 1/2 Monate Chirurgie
13.10. 1971	Approbation als Arzt